

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH PENEMPATAN BALOK ANAK  
TERHADAP PORTAL KOMPOSIT BAJA-BETON  
DENGAN METODE LRFD'86**



**Disusun oleh :**

**AGUNG DEDY PURNOMO**

**No. Mhs : 92310076**

**NIRM : 920051013114120076**

**SUGIHARJO**

**No. Mhs : 91310165**

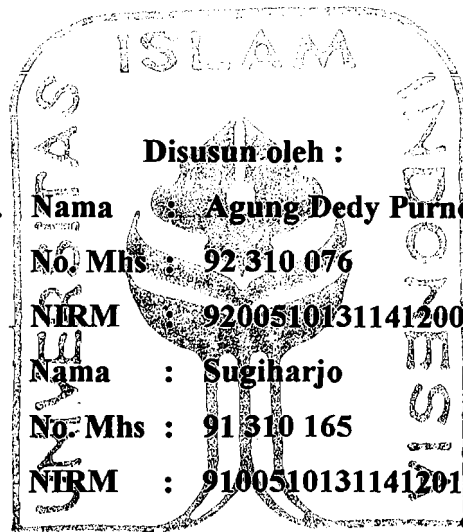
**NIRM : 910051013114120160**

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

**2000**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH PENEMPATAN BALOK ANAK  
TERHADAP PORTAL KOMPOSIT BAJA-BETON  
DENGAN METODE LRFD '86**



**Disusun oleh :**

- Nama : Agung Dedy Purnomo**  
**No. Mhs : 92 310 076**  
**NIRM : 920051013114120076**
- Nama : Sugiharjo**  
**No. Mhs : 91 310 165**  
**NIRM : 910051013114120160**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir.H.M. Samsudin, MT**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir.H. Suharyatmo, MT**

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 30/5 - 2000**

**Tanggal : 26.05.2000**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan sebagai wujud cinta dan bakti kepada :

**Ayahanda** : ( Alm. ) Moertikno

**Ibunda** : Suyatni

**Kekasih** : Popi Kusuma Dewi

**Kakak** : Mas Sanusi dan Mbak Wien, Mas Komari dn Mbak Inuk, serta  
Mbak Eta.

**Adik** : Titi dan Yono

**Keponakan** : Wisnu, Dimas dan Furkon

Atas do'a restunya dalam setiap langkahku.

Ucapan terima kasih ini kupersembahkan juga kepada :

**Keluarga Bapak Cecep Supriyatna ( Kak Fredi, Ce'u Yanti, Ce'u Susi, Meri,  
Desi, Nuke dan Diki yang telah memberikan dorongan moral )**

**Keluarga Besar Abdulrahman di Merauke**

**Keluarga Uwa' Murti di Slawi**

**Keluarga Bu de Echa di Tarub**

**Keluarga Pak de Watno di Slawi**

**Keluarga Pak de Widodo di Yogya**

**Keluarga Bapak Sri Kumolo di Yogya**

**'Tedy, Tody, Yanti, Tarima, Adi, dan Bagus ( YA'E Komputer yang telah  
memberikan kemudahan dalam pemakaian komputer )**

**Arief, Sigit, Heru, Peni, dan Toto teman seperjuangan selama kuliah**

**Andra dan Atta teman seperjuangan dalam skripsi ( semoga cepat selesai )**

**Aries dan Agus angkringan di cemara tujuh ( atas wedang jahenya selama  
lembur )**

Semoga segala bantuan dan saran yang telah diberikan menjadi amal sholeh  
dan mendapatkan pahala dari Allah SWT.

## KATA PENGANTAR

*Bismillaahirrohmaanirrohiim,*

*Assalamu 'alaikum. Wr. Wb*

Segala puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi hidayah, karunia dan nikmat tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ Analisis Pengaruh Penempatan Balok Anak terhadap Portal Baja-Beton Komposit dengan Metode LRFD'86”. Tugas Akhir ini merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang studi strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada kesempatan ini tidak lupa kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Ir. H. M. Syamsudin, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. H. Suharyatmo, M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT., selaku Dosen Tamu pada Ujian Pendadaran.
4. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

6. Para dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Rekan-rekan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga segala bantuan dan saran yang telah diberikan kepada kami menjadi amal sholeh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan, demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya sangat diharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis pribadi maupun para pembaca.

*Billahittaufiq Walhidayah,*

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, April 2000

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
ABSTRAK	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Hipotesa	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Load and Resistance Factor Design 1986	6
2.2. Pelat	6
2.3. Balok Komposit	7

2.4. Kolom Komposit	8
2.5. Portal	8
<b>BAB III. LANDASAN TEORI</b>	<b>10</b>
3.1. Load and Resistance Factor Design 1986 (LRFD 1986)	10
3.2. Analisis Struktur Pelat dengan menggunakan Beton	12
3.2.1. Penentuan Tebal Pelat	12
3.2.2. Menentukan Koefisien Momen	12
3.2.3. Cek Geser	13
3.2.4. Analisis Tampang Pelat	14
3.2.5. Perhitungan Tulangan	15
3.2.6. Kontrol Kapasitas	16
3.3. Analisis Struktur Balok Komposit	16
3.3.1. Lebar Efektif	16
3.3.2. Kekuatan Nominal Penampang	17
3.3.3. Defleksi	20
3.3.4. Konektor Geser	20
3.4. Analisis Struktur Kolom Komposit	22
3.4.1. Batasan-batasan	22
3.4.2. Kekuatan Nominal Kolom	23
3.4.3. Analisis Struktur Balok – Kolom Komposit	24
3.5. Analisis Gaya Gempa Statik Ekuivalen	26

<b>BAB IV. ANALISIS MODEL PENEMPATAN BALOK ANAK TERHADAP</b>	
<b>PORTAL BAJA-BETON DENGAN METODE LRFD'86</b>	<b>28</b>
4.1. Model Penempatan Balok Anak	28
4.2. Desain Pelat Tipe B	30
4.3. Desain Balok Tipe B	34
4.4. Desain Kolom Tipe B	39
4.4.1. Pembebanan	39
4.4.2. Pemilihan Profil Kolom	40
4.4.3. Hitungan Faktor Panjang Efektif Kolom	41
4.5. Desain Portal Akibat Gempa Tipe B	43
4.5.1. Hitungan Portal Membujur	43
4.5.2. Hitungan Portal Melintang	46
<b>BAB V. ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG</b>	<b>50</b>
5.1. Analisis Kapasitas Tampang Balok sebagai Balok Komposit	51
5.1.1. Kapasitas Momen pada Daerah Momen Positif	51
5.1.2. Analisis Kapasitas Tampang Balok sebagai	
Baja Murni (non-composit)	52
5.2. Analisis Kapasitas Tampang Kolom Komposit	54
<b>BAB VI. PEMBAHASAN</b>	<b>57</b>
6.1. Pendahuluan	57
6.2. Tinjauan Gaya-Gaya	58
6.3. Jarak antar Balok	59



6.4. Distribusi Pembebanan	60
6.5. Pengaruh Penempatan Balok Anak terhadap Portal	63
6.5.1. Akibat Penempatan Balok Anak Melintang	63
6.5.2. Akibat Penempatan Balok Anak Membujur	64
6.6. Pemilihan Tipe Penempatan Balok Anak	65
<b>BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>71</b>
7.1. Kesimpulan	71
7.2. Saran-saran	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1. Denah Struktur	3
Gambar 1.2. Potongan A – A ( Portal Membujur )	4
Gambar 1.3. Potongan B – B ( Portal Melintang )	4
Gambar 3.1. Gambar Tegangan Pelat	14
Gambar 3.2. Balok Komposit dengan Shear Conector	16
Gambar 4.1. Denah Penempatan Balok Anak Tipe A	28
Gambar 4.2. Denah Penempatan Balok Anak Tipe B	29
Gambar 4.3. Denah Penempatan Balok Anak Tipe C	29
Gambar 4.4. Denah Penempatan Balok Anak Tipe D	30
Gambar 4.5. Distribusi Momen	30
Gambar 4.6. Pembebanan pada Kolom	39
Gambar 4.7. Pembebanan pada Portal Membujur	43
Gambar 4.8. Pembebanan pada Portal Melintang	46
Gambar 6.1. Dimensi Portal Membujur Tipe A	65
Gambar 6.2. Dimensi Portal Membujur Tipe B	66
Gambar 6.3. Dimensi Portal Membujur Tipe C	66
Gambar 6.4. Dimensi Portal Membujur Tipe D	67
Gambar 6.5. Dimensi Portal Melintang Tipe A	67
Gambar 6.6. Dimensi Portal Melintang Tipe B	68
Gambar 6.7. Dimensi Portal Melintang Tipe C	68
Gambar 6.8. Dimensi Portal Melintang Tipe D	69

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Tebal Pelat untuk setiap tipe	34
Tabel 2. Beban rencana balok untuk tiap tipe	38
Tabel 3. Dimensi Balok untuk beberapa tipe pembebanan	38
Tabel 4. Dimensi Kolom untuk berbagai tipe pembebanan	42
Tabel 5. Gaya Geser peringkat untuk portal membujur tipe B	45
Tabel 6. Gaya Geser peringkat untuk portal melintang tipe B	49
Tabel 7. Kontrol Kapasitas Balok tipe A	52
Tabel 8. Kontrol Kapasitas Balok tipe B	53
Tabel 9. Kontrol Kapasitas Balok tipe C	53
Tabel 10. Kontrol Kapasitas Balok tipe D	53
Tabel 11. Kontrol Kapasitas Kolom	56
Tabel 12. Pengaruh jarak antar balok terhadap tebal pelat	59
Tabel 13. Distribusi beban dan dimensi balok anak tipe A dan C	60
Tabel 14. Distribusi beban dan dimensi balok induk tipe A dan C	61
Tabel 15. Distribusi beban dan dimensi kolom tipe A dan C	61
Tabel 16. Distribusi beban dan dimensi balok anak tipe B dan D	62
Tabel 17. Distribusi beban dan dimensi balok induk tipe B dan D	62
Tabel 18. Distribusi beban dan dimensi kolom tipe B dan D	63
Tabel 19. Kelebihan dan kekurangan tipe A dan B	69

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Desain

Pelat, dan Balok Anak

Balok Induk, Kolom dan Portal

Lampiran 2. Input dan Output SAP90

Lampiran 3. Kontrol Kapasitas Balok dan Kolom

Lampiran 4. Pembebanan Hidup pada Lantai Gedung

Lampiran 5. Pelat Penulangan Satu Arah

Tabel Tebal Pelat Minimum

Tabel Koefisien Momen dan Gaya Geser

Lampiran 6. Manual AISC – LRFD ‘86

Properties Profil WF

Tabel Defleksi

Tabel Pemilihan Balok dan Kolom Komposit

Tabel Momen Inersia Lower Bound

Tabel Faktor Desain Balok sebagai Baja Murni

Properties Shear Conector

Lampiran 7. Faktor Gempa

## DAFTAR NOTASI

$A_s$	=	Luas tulangan tarik.
$A_c$	=	Luas beton komposit.
$A_g$	=	Luas bruto penampang.
$A_r$	=	Luas baja tulangan.
$B_1, B_2$	=	Faktor pembesar untuk penyelesaian momen terfaktor akibat adanya kombinasi aksial dan momen.
$C$	=	Koefisien gempa dasar.
$C_m$	=	Faktor dalam pembesaran momen yang berkaitan dengan gradien momen dan kekakuan ujung.
$D$	=	Beban mati.
$E$	=	Modulus elastisitas dari baja.
$E_c$	=	Modulus elastisitas dari beton.
$F_{cr}$	=	Tegangan kritis pada keadaan tekan.
$F_{my}$	=	Tegangan luluh modifikasi.
$F_u$	=	Kekuatan tarik minimum dari baja yang digunakan.
$F_y$	=	Tegangan luluh baja.
$F_{yf}$	=	Tegangan luluh flens.
$F_{yw}$	=	Tegangan luluh badan
$F_{yr}$	=	Tegangan baja tulangan.
$G$	=	Faktor kekakuan relatif.
$H$	=	Gaya horisontal.
$I$	=	Momen inersia.
$I$	=	Faktor keutamaan gedung.
$I_{tb}$	=	Momen inersia penampang komposit.
$K$	=	Faktor jenis struktur
$K$	=	Faktor panjang efektif.
$L$	=	Panjang bentangan.
$L$	=	Beban hidup.
$L_b$	=	Panjang tanpa penopang lateral.

$L_p$	=	Panjang penopang maksimum untuk $M_n \geq M_r$ .
$L_r$	=	Panjang penopang lateral maksimum untuk $M_n \geq M_r$ .
$M_D$	=	Momen akibat beban mati terfaktor.
$M_L$	=	Momen akibat beban hidup terfaktor.
$M_n$	=	Momen nominal.
$M_p$	=	Momen plastis.
$M_r$	=	Kekuatan momen bila serat terluar mencapai ( $F_y - F_r$ )
$M_u$	=	Momen lentur terfaktor.
$P_u$	=	Beban aksial terfaktor.
$P_e$	=	Beban euler.
$P_n$	=	Kekuatan nominal balok tekan yang dibebani secara aksial.
$P_y$	=	Beban leleh.
$P_{yw}$	=	Beban leleh pada badan.
$P_{yf}$	=	Beban leleh sayap.
$Q_n$	=	Kekuatan penyambung geser.
$R_n$	=	Kekuatan nominal pada satu penyambung dalam tarik geser.
$S$	=	Modulus penampang elastis.
$T$	=	Gaya tarik beban layan.
$T$	=	Waktu getar alami.
$V_c$	=	Tegangan geser ijin beton.
$V_u$	=	Gaya terfaktor pada penampang
$V_u$	=	Kekuatan geser nominal.
$Z$	=	Modulus elastis.
$W_D$	=	Beban mati persatuan panjang.
$W_L$	=	Beban hidup persatuan panjang.
$W_U$	=	Beban mati terfaktor persatuan panjang.
$W_{eq}$	=	Beban ekuivalen.
$W_T$	=	Beban gempa total.
$X$	=	Konstanta.
$b_E$	=	Lebar efektif.
$bo$	=	Jarak antar balok.

$d$	=	Jarak dari serat terluar ke pusat tulangan tarik.
$e$	=	Eksentrisitas.
$f'c$	=	Kekuatan beton berumur 28 hari.
$hc$	=	Tinggi pelat badan.
$ln$	=	Panjang bentang bersih.
$n$	=	Jumlah stud
$r_m$	=	Radius girasi modifikasi.
$s$	=	Jarak / spasi antar stud.
$t_f$	=	Tebal sayap profil.
$t_s$	=	Tebal badan.
$t_w$	=	Tebal badan profil.
$\Delta$	=	Defleksi.
$\lambda_c$	=	Parameter kelangsingan kolom.
$\lambda_p$	=	Batas kelangsingan untuk penampang kompak.
$\lambda_r$	=	Batas kelangsingan untuk penampang non kompak.
$\phi$	=	Faktor ketahanan.
$\phi_b$	=	Faktor ketahanan untuk batang fleksural.
$\phi_c$	=	Faktor ketahanan untuk batang tekan.
$\phi_t$	=	Faktor ketahanan untuk keadaan batas tarik.
$\epsilon$	=	Regangan baja tulangan.
$\epsilon_y$	=	Regangan baja tulangan sebelum mencapai luluh.

## ABSTRAK

Desain gedung bertingkat tinggi memerlukan perencanaan struktur yang efektif dan efisien, dengan tidak mengabaikan kualitas serta nilai estetikanya. Oleh karena itu digunakan komposit baja-beton untuk desainnya, sehingga diperoleh dimensi struktur yang kecil dengan kemampuan menahan beban yang besar. Desain komposit berpedoman pada "*American Institute of Steel Construction*" dengan metode LRFD, yaitu "*Load and Resistance Factor Design*". AISC-LRFD 86 adalah analisa kekuatan struktur balok dan kolom komposit yang menggunakan distribusi tegangan plastis dalam perhitungan kapasitas tampangnya, sehingga diperoleh struktur yang lebih efisien dan ekonomis. Khusus pada bangunan gedung bertingkat yang memiliki luasan bangunan yang besar, dengan jarak antar portal yang lebar, maka dibutuhkan dimensi pelat yang besar juga. Oleh karena itu untuk mengurangi dimensi pada pelat tersebut dibutuhkan balok anak.

Pada penulisan tugas akhir ini membahas tentang pengaruh penempatan balok anak terhadap portal dengan menggunakan metode LRFD 86, karena penempatan balok anak mempengaruhi distribusi beban mati, hidup dan gempa pada portal, sehingga dapat mempengaruhi dimensi struktur secara keseluruhan.

Desain struktur ini dilakukan dalam tiga tahap, tahap pertama perencanaan awal desain struktur, pada tahap kedua dilakukan analisa mekanika struktur untuk mendapatkan gaya dan momen terfaktor yang bekerja dengan menggunakan program komputer SAP90, selanjutnya pada tahap ketiga dilakukan pengontrolan terhadap kapasitasnya, kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk membandingkannya.

Diperoleh hasil, bahwa pemakaian balok anak dapat mengurangi dimensi struktur. Sedangkan dari variasi penempatannya diperoleh hasil bahwa balok anak yang ditempatkan sejajar dengan balok induk yang terpendek merupakan penempatan yang terbaik, karena dapat mengurangi dimensi struktur lainnya.



# **BABI**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pembangunan yang dilakukan dewasa ini, khususnya bidang struktur selalu ditingkatkan efisiensinya dengan tidak mengabaikan kualitasnya. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan struktur yang baik dengan memperhatikan fungsi struktur, biaya, serta nilai estetika dari struktur tersebut.

Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menggunakan balok baja yang dibungkus beton atau baja komposit. Balok-balok baja yang dibungkus beton telah digunakan secara luas sejak tahun 1900-an. Sebagian balok tersebut didesain secara komposit dan sebagian lagi tidak. Pada tahun 1990, aksi komposit digunakan pada hampir semua kasus konstruksi dimana terjadi kontak antara beton dan baja, baik pada jembatan maupun pada bangunan struktur lainnya.

Aksi komposit ini terjadi bila dua batang penumpu beban seperti lantai beton dan balok baja peyangganya dihubungkan secara menyeluruh dan mengalami defleksi sebagai satu kesatuan. Dengan memanfaatkan sepenuhnya aksi komposit, sering diperoleh penghematan berat 20 sampai 30% pada balok baja peyangga. Pengurangan berat semacam ini memungkinkan digunakannya profil yang lebih kecil dan lebih ringan. Kelebihan ini dapat mengurangi tinggi

bangunan berlantai banyak cukup besar, sehingga dapat menghemat bahan-bahan bangunan lainnya secara keseluruhan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan komposit diantaranya adalah bangunan yang luas dengan jarak antar portal yang lebar, serta kemampuan menahan beban yang sangat besar. Bila struktur tidak diberi balok anak, maka momen lentur pada plat semakin besar yang berbanding lurus dengan jarak portal. Untuk mengurangi momen lentur tersebut diperlukan dimensi plat yang besar, yang akan mempengaruhi dimensi struktur. Akibatnya struktur menjadi tidak ekonomis.

Hal ini yang menyebabkan desain struktur komposit memerlukan balok anak sebagai elemen struktur tambahan selain lantai, balok induk, kolom dan pondasi. Sehingga balok anak memiliki peranan yang penting untuk mengurangi dimensi struktur secara keseluruhan.

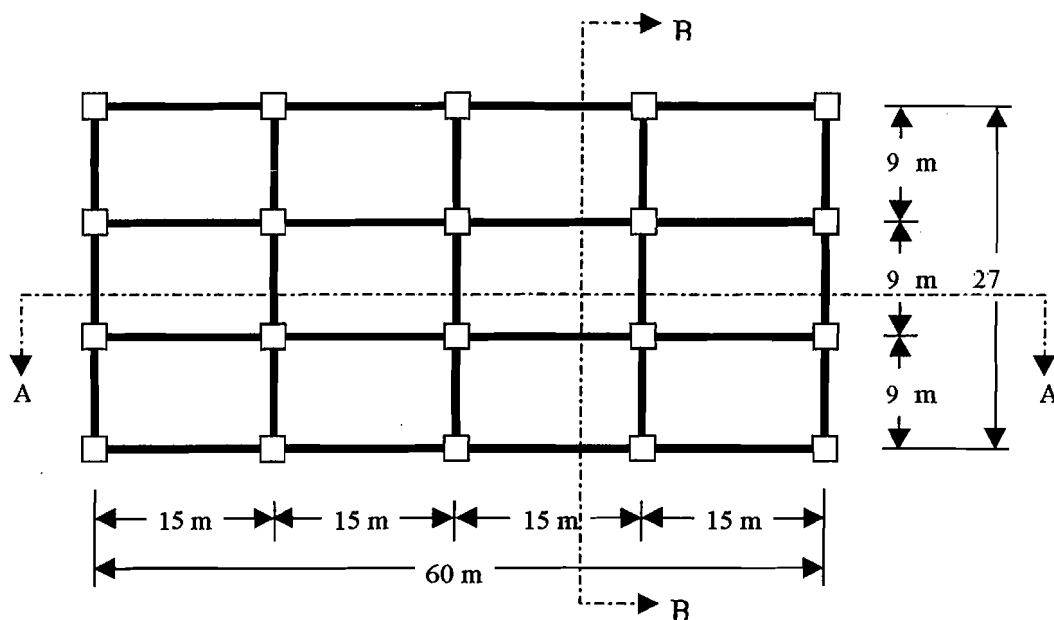
## **1.2. Tujuan**

Sesuai dengan latar belakang masalah, maka sasaran utama dalam studi ini adalah untuk mengetahui pengaruh penempatan balok anak terhadap portal, sehingga diperoleh dimensi struktur yang efisien.

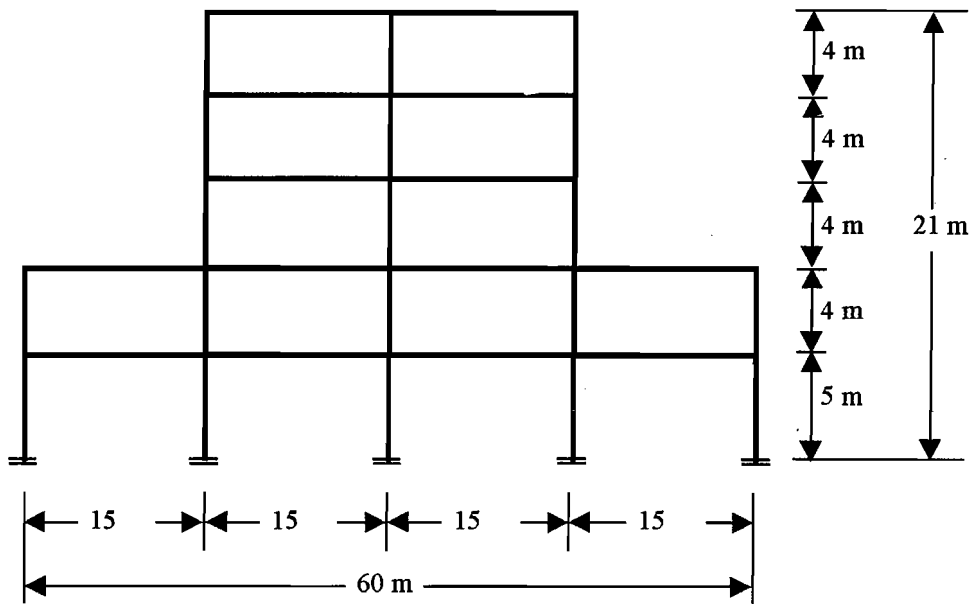
## **1.3. Batasan Masalah**

Penulisan ini dititik beratkan pada tujuan penulisan, sehingga diberikan batasan-batasan masalah yang meliputi hal-hal sebagai berikut :

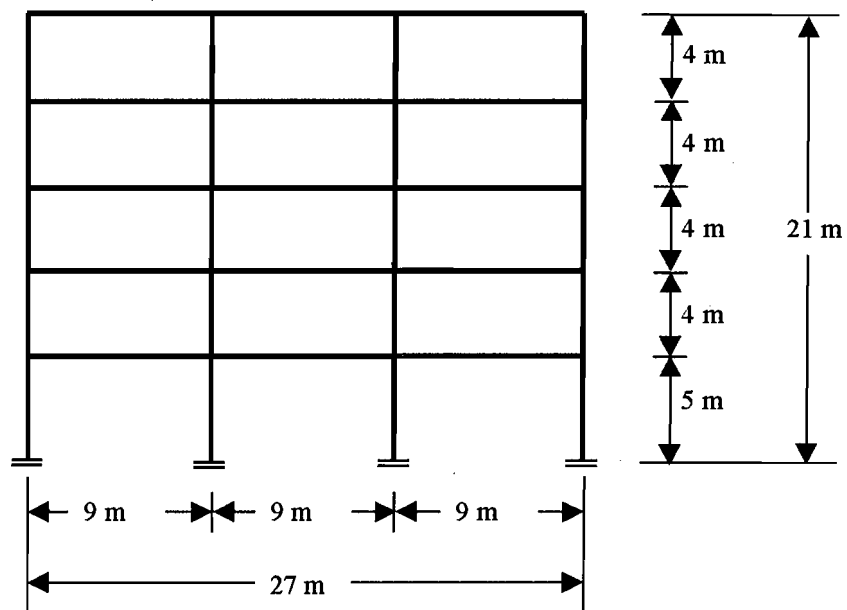
1. Analisis desain struktur balok dan kolom menggunakan tabel yang disediakan Manual LRFD.
2. Analisis portal dengan ketinggian 21 m, panjang 60 m, lebar 27 m.
3. Analisis pembebanan struktur hanya diperhitungkan terhadap beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
4. Digunakan metode pembebanan amplop.
5. Digunakan konektor geser jenis stud berkepala.
6. Analisis plat menggunakan peraturan SKSNI T15-1991-03.
7. Kolom yang digunakan adalah kolom persegi.
8. Balok komposit menggunakan baja profil-I-sayap lebar (Wide flange).
9. Menggunakan struktur portal bergoyang



Gambar 1.1. Denah Struktur



Gambar 1.2. Potongan A – A ( Portal Membujur )



Gambar 1.3. Potongan B – B ( Portal Melintang )

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penempatan balok anak terhadap portal, sehingga diperoleh susunan balok anak yang efektif dan efisien tanpa mengurangi nilai estetika bangunan tersebut.

#### **1.5. Hipotesa**

Penempatan balok anak dapat mempengaruhi dimensi struktur secara keseluruhan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Load and Resistance Factor Design 1986 (LRFD 86)**

Load and Resistance Factor Design (LRFD 1986) adalah metode yang digunakan dalam merencanakan struktur berdasarkan pada kekuatan batas, dimana suatu struktur akan berhenti memenuhi fungsi yang diharapkan darinya (*Salmon and Johnson, 1992*)

Perencanaan struktur gedung yang menggunakan aksi komposit dengan metode AISC-LRFD tersusun atas komponen pelat lantai, balok anak, balok induk, dan kolom, yang merupakan satu kesatuan monolit.

#### **2.2. Pelat**

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban-beban transversal melalui aksi lentur kemasing-masing tumpuan. (*Syahril & Wahyudi, 1996*).

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan masuk kedalam balok-balok dan kemudian diteruskan kedalam kolom. Dengan demikian, sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks,

sehingga mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan. (*Istimawan D, 1996*)

#### **a. Pelat satu arah**

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan sedemikian, sehingga lenturan timbul hanya dalam satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Atau dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua, dengan lenturan utama pada sisi yang lebih pendek.

#### **b. Pelat Dua Arah**

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya, dengan lenturan yang akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus, atau perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus kurang dari dua.

### **2.3. Balok Komposit**

Balok adalah elemen struktur yang memikul beban yang bekerja tegak lurus dengan sumbu longitudinalnya. (*Leonard Spiegel & George F. Limbrunner, 1991*)

Balok komposit adalah suatu baja profil yang mendukung dan berinteraksi dengan pelat beton dalam menahan beban-beban yang bekerja di atasnya. (*Smith 1996*)

Balok komposit adalah balok dengan flens lebar (plat beton), secara tipikal membentang 8 - 15 ft di antara balok-balok paralel. (*Salmon & Johnson, 1996*)

#### **a. Balok Anak**

Balok anak adalah balok yang membentang diantara balok-balok paralel, yang berfungsi untuk mendistribusikan beban dari pelat ke balok induk. Balok anak digunakan jika jarak portal terlalu jauh, sehingga dapat mengurangi lenturan yang terjadi pada pelat.

#### **b. Balok Induk**

Balok induk adalah balok yang membentang diantara portal, yang berfungsi meneruskan distribusi beban dari balok anak ke kolom.

### **2.4. Kolom Komposit**

Kolom komposit adalah kolom baja yang dibuat dari potongan baja giling (*rolled*) atau built-up dan dicor di dalam beton struktural atau terbuat dari tabung atau pipa baja dan diisi dengan beton struktural. (*Salmon & Johnson, 1996*)

Penampang baja paling tidak harus 4% dari luas total penampang lintang total, jika tidak kolom tersebut harus dirancang sebagai kolom beton bertulang biasa. (*Salmon & Johnson, 1996*)

### **2.5. Portal**

Portal adalah suatu rangka struktur pada bangunan gedung yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara.



**a. Portal Tak Bergoyang (*Braced frame*)**

Portal tak bergoyang didefinisikan sebagai portal dimana tekuk goyangan dicegah oleh elemen-elemen topangan struktur tersebut dan bukan oleh portal itu sendiri. (*Salmon & Johnson, 1996*)

Sebuah portal dikatakan tak bergoyang, jika :

1. Portal tersebut simetris dan bekerja beban yang simetris.
2. Portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak dapat bergoyang.

**b. Portal Bergoyang (*Unbraced frame*)**

Portal dikatakan bergoyang, jika :

1. Beban yang tidak simetris yang bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris.
2. Dapat pula disebabkan beban simetris yang bekerja pada portal yang tidak simetris.

### BAB III

#### LANDASAN TEORI

##### 3.1. Load and Resistensi Factor Design 1986 ( LRFD 1986 )

LRFD adalah suatu metode yang berdasarkan pada kekuatan batas (ultimit), yang pada umumnya terbagi dua kategori yaitu kekuatan (*strength*) dan kemampuan layanan (*seviceability*). Keadaan batas kekuatan merupakan fenomena-fenomena perilaku pada saat mencapai kekuatan duktil maksimum (kekuatan plastis) tekukan, retakan dan geseran. Keadaan batas kemampuan layanan menyangkut penggunaan bangunan, misalnya karena adanya defleksi, deformasi permanen dan rekakan.

Format umum dari spesifikasi LRFD diberikan dengan persamaan sebagai berikut :  $\phi R_n \geq \sum \gamma_i \cdot Q_i$  (3.1)

Secara umum persamaan 3.1, berarti bahwa kekuatan ( $\phi R_n$ ) yang disediakan dalam desain minimal harus sama dengan pemfaktoran beban-beban yang bekerja ( $\sum \gamma_i \cdot Q_i$ ).

Faktor resistensi  $\phi$  bervariasi menurut tipe batang dan keadaan batas yang sedang diperhitungkan. Adapun faktor resistensi menurut LRFD sebagai berikut :

1. Batang Tarik (LRFD-D1) :
  - a.  $\phi_t = 0,90$  untuk keadaan batas leleh
  - b.  $\phi_t = 0,75$  untuk keadaan batas tekan.

2. Batang Tekan (LRFD-E2) :  $\phi_c = 0,85$
3. Balok (LRFD-F2.2) :  $\phi_b = 0,90$
4. Peyambung Baut (A325)(LRFD-Tabel J3.2) :
  - a.  $\phi = 0,75$  untuk keadaan kuat tarik
  - b.  $\phi = 0,65$  untuk keadaan kuat geser

Beban-beban yang akan ditanggung oleh suatu struktur atau elemen struktur tidak selalu dapat diramalkan dengan tepat sebelumnya, demikian juga dengan pendistribusian bebannya dari suatu elemen pada keseluruhan struktur yang biasanya masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Beban-beban yang akan ditinjau pada pembebanan struktur gedung yakni : beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin. Spesifikasi AISC LRFD 1986 mengambil kombinasi-kombinasi beban terfaktor menurut ANSI (*American National Standard minimum Design Loads for Building and other structure*, 1982) dan LRFD-A4.1 menyatakan bahwa kombinasi-kombinasi berikut ini perlu diselidiki :

$$a. \quad 1,4 D \quad (3.2)$$

$$b. \quad 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r + \text{atau } S \text{ atau } R) \quad (3.3)$$

$$c. \quad 1,2 D + 1,6 L (L_r + \text{atau } S \text{ atau } R) + (0,5 L \text{ atau } 0,8 W) \quad (3.4)$$

$$d. \quad 1,2 D + 1,3 W + 0,5 L (L_r + \text{atau } S \text{ atau } R) \quad (3.5)$$

$$e. \quad 1,2 D \pm 1,5 E + (0,5 L \text{ atau } 0,2 S) \quad (3.6)$$

$$f. \quad 0,9 D \pm (1,3 W \text{ atau } 1,5 E) \quad (3.7)$$

Dimana :

D = Beban mati

L = beban hidup

$L_r$  = beban hidup atap

W = beban angin

S = beban salju

E = beban gempa

R = beban air hujan atau es

### 3.2. Analisis Struktur Pelat dengan menggunakan Beton.

Apabila pelat didukung sepanjang sisi-sisi balok anak dan balok induk, maka dinamakan pelat dua arah dimana lenturan akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus. Namun, apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2, pelat dapat dianggap hanya bekerja sebagai pelat satu arah dengan lenturan utama pada sisi yang lebih pendek.

#### 3.2.1. Penentuan Tebal Pelat

##### a. Pelat dua arah

Menurut SKSNI T15-1991-03 sub 3.25-3, rumus pendekatan tebal pelat (h):

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} \quad (3.8)$$

##### b. Pelat satu arah

$$h_{\min} = \frac{\ln}{24} \quad (3.9)$$

dimana :  $\ln$  = panjang bentang bersih

#### 3.2.2. Menentukan Koefisien Momen

Dalam angka usaha penyederhanaan perencanaan, SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.1.3 ayat 3 mengizinkan penggunaan koefisien-koefisien dari persamaan momen gaya geser standar apabila keadaan bentang dan beban memenuhi

persyaratan tertentu. Pendekatan tersebut merupakan suatu cara perkiraan dan digunakan untuk bangunan-bangunan gedung standar yang memiliki bentangan, tinggi lapis lantai, dan cara pelaksanaan pembangunan yang berlaku umum. Pendekatan tersebut boleh diterapkan untuk pelat penulangan satu arah dan pelat penulangan dua arah.

### 3.2.3. Cek Geser

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot 1,15 \cdot w_u \cdot L_n \quad (3.10)$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{6} \quad (3.11)$$

Syarat  $\phi V_c > V_u$

Dimana :  $\epsilon_c$  = Regangan baja tulangan

$\epsilon_y$  = Regangan baja tulangan belum mencapai luluh

$d$  = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm

$C_c$  = Gaya tekan dalam beton, KN

$f_c$  = Kuat tekan beton, MPa

$T_b$  = Gaya tarik dalam beton, KN

$A_s$  = Luas tulangan tarik,  $\text{mm}^2$

$b$  = Lebar daerah tekan komponen struktur, mm

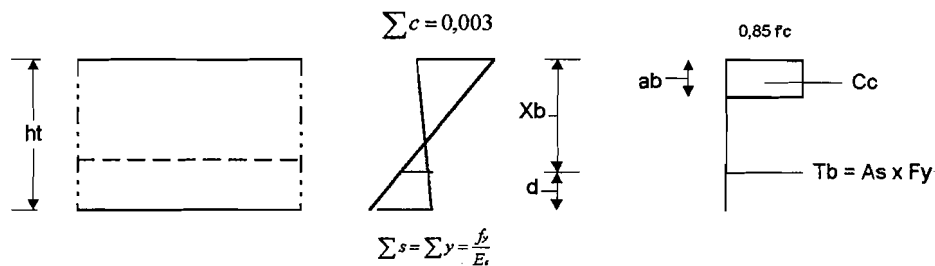
$h$  = Tinggi atau tebal plat beton, mm

$V_u$  = Gaya geser terfaktor pada penampang, Mpa

$V_c$  = Tegangan geser ijin beton, MPa

### 3.2.4. Analisis Tampang Pelat

SKSNI T15-1991-03 sub bab 3.3.5 digunakan sebagai acuan dalam menganalisa kapasitas tampang pelat.



Gambar 3.1. Diagram tegangan pelat

a. Dari diagram regangan

$$\frac{x_b}{d} = \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} = \frac{0,003}{\left(0,003 + \frac{f_y}{200000}\right)} = \frac{600}{(600 + f_y)}$$

b. Dari diagram gaya dalam

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b = 0,85 \cdot f'_c \cdot x_b \cdot \beta_1 \cdot b$$

$$\text{Dimana : } f'_c < 30 \text{ Mpa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$f'_c > 30 \text{ Mpa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008 (f'_c - 30)$$

$$T_b = A_s \cdot f_y = \rho \cdot b \cdot d$$

c. Persamaan kesetimbangan

$$C_c = T_b$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot x_b \cdot \beta_1 \cdot b = \rho_b \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{x_b}{d}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \quad (3.12)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (3.13)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad (3.14)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \quad (3.15)$$

$$R_n = \frac{M_{\max}}{b \cdot d^2} \quad (3.16)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \quad (3.17)$$

$$\text{Syarat } \rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

### 3.2.5. Perhitungan Tulangan

a. Tulangan pokok

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \quad (3.18)$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{A_{1\phi} \cdot 100}{A_s} \quad (3.19)$$

b. Perhitungan tulangan susut (SKSNI T15-1991-03, sub bab 3.16.12)

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot h \quad (3.20)$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{A_{1\phi} \cdot 100}{A_{s_{\text{bagi}}}} \quad (3.21)$$

### 3.2.6. Kontrol Kapasitas

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot a$$

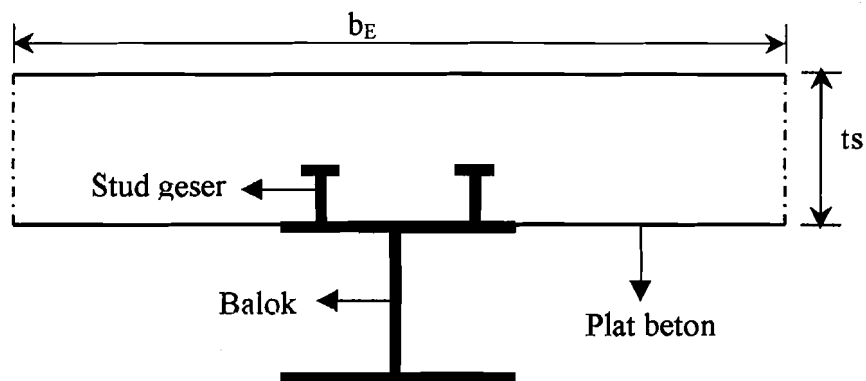
$$T_s = A_s \cdot F_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \quad (3.22)$$

$$M_n \text{ total} = T_s \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) > M_n \text{ yang terjadi} \quad (3.23)$$

### 3.3. Analisis Struktur Balok Komposit

Dalam pelaksanaan konstruksi, struktur komposit dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu konstruksi yang ditopang dengan dukungan sementara (*Shored Construction*) dan konstruksi yang tidak ditopang (*Unshored Construction*).



Gambar 3.2. Balok komposit dengan Shear Conector

#### 3.3.1. Lebar efektif

Lebar efektif diberikan oleh LRFD-13.1 untuk setiap sisi pelat harus diambil berdasarkan nilai terkecil dari :



a. Untuk gelagar interior :

$$b_E \leq \frac{1}{4} L \quad : \quad L = \text{Panjang bentang balok}$$

$$b_E \leq b_o \quad : \quad b_o = \text{Jarak antara balok yang sama}$$

b. Untuk gelagar eksterior :

$$b_E \leq \frac{1}{8} L$$

$$b_E \leq \frac{1}{2} b_o + (\text{jarak dari pusat balok kepinggir slab})$$

### 3.3.2. Kekuatan Nominal Penampang

Kekuatan momen nominal  $M_n$  bila slabnya dalam tekan dibagi dalam dua kategori menurut LRFD-13.2 yang tergantung pada kerampingan badan.

1. Untuk  $h_o/t_w \leq (\lambda_p = 640/\sqrt{F_y f})$

$M_n$  = Berdasarkan distribusi tegangan plastis pada penampang komposit.

$$\phi_b = 0,85$$

2. Untuk  $h_o/t_w > (\lambda_p = 640/\sqrt{F_y f})$

$M_n$  = Berdasarkan superposisi tegangan-tegangan elastis, memperhitungkan efek-efek sekur.

$$\phi_b = 0,90$$

Kekuatan momen nominal  $M_n$ , menurut LRFD 13-2, diselesaikan berdasarkan distribusi tegangan plastis untuk 2 daerah momen, yaitu :

a. Pada daerah momen positif

Dengan memanfaatkan nilai terkecil dari gaya tekan  $C$  dalam pelat beton diperoleh :

$$C = A_{sw} \cdot F_{yw} + 2 \cdot A_{sf} \cdot F_{yf} \quad (3.24)$$

$$C = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b_E \quad (3.25)$$

$$(a) = \frac{C}{0,85 \cdot f'c \cdot b_E} \quad (3.26)$$

$$P_{yw} = (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w \cdot F_y \quad (3.27)$$

$$P_{yf} = 0,5 \cdot (A_s \cdot F_y - P_{yw}) \quad (3.28)$$

$$P_y = P_{yw} + 2 \cdot P_{yf} \quad (3.29)$$

$$M_{pw} = 0,25 \cdot P_{yw} \cdot (d - 2 \cdot t_f) \quad (3.30)$$

$$M_{pf} = P_{yf} \cdot (d - t_f) \quad (3.31)$$

$$M_p = M_{pw} + M_{pf} \quad (3.32)$$

Momen nominal penampang dihitung berdasarkan beberapa kondisi yang dipengaruhi oleh letak sumbu netral plastis (PNA), yaitu :

1. Jika  $C \leq P_{yw}$ , maka PNA terletak pada badan balok,

$$M_n = M_p - \left( \frac{C}{P_{yw}} \right)^2 M_{pw} + C \cdot e \quad (3.33)$$

2. Jika  $C = P_{yw}$ , maka PNA terletak pada bagian atas badan balok

$$M_n = M_{pf} + P_{yw} \cdot e \quad (3.34)$$

3. Jika  $P_{yw} \leq C \leq P_y$ , maka PNA terletak pada sayap balok

$$M_n = 0,5 \cdot (P_y - C) \left[ d - \left( \frac{P_y - C}{2 \cdot P_{yf}} \right) \right] + C \cdot e \quad (3.35)$$

4. Jika  $C < 0,85 \cdot f'c \cdot A_c$ , maka sumbu netral terletak pada pelat

$$M_n = P_y \cdot e \quad (3.36)$$

b. Pada daerah momen negatif

Analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal di antaranya :

1. Balok anak diasumsikan balok sebagai simple beam bukan sebagai balok menerus, sehingga momen negatif sama nol.
2. Sistem penulangan pelat pada balok induk yang menyebar menyebabkan analisa momen negatif seperti balok menerus dalam LRFD Apendiks I3 tidak dapat dilakukan dengan sempurna, sehingga analisis kapasitas tampangnya dianggap sebagai baja murni.
3. Pelat lantai dianggap terikat / bersatu dengan sayap tekan baja profil melalui konektor geser, sehingga panjang balok tak berpenopang :
  - a.  $L_b = 0$  , untuk momen yang terjadi pada daerah positif
  - b.  $L_b \neq 0$  , untuk momen yang terjadi pada daerah negatif.

Kuat desak balok (*Design Strength of Beam*) menurut LRFD berdasarkan analisis plastis untuk penampang kompak ( $C_b = 1,0$ ), LRFD Apendiks F1 dinyatakan sebagai  $\phi_b M_n = \phi_b M_p$  , yang tergantung pada panjang batang yang tak berpenopang (*Unbraced length /  $L_b$* ). :

Jika  $L_b \leq L_p$        $\phi_b M_n = \phi_b M_p$  , Kip-ft

Jika  $L_p < L_b < L_r$   $\phi_b M_n = C_b [\phi_b M_p - BF (L_b - L_p)] \leq \phi_b M_p$  , Kip-ft

Jika  $L_b > L_r$        $\phi_b M_n = \phi_b M_{cr} = \phi_b \left( \frac{S_x X_1 \sqrt{2}}{L_b / r_y} \right) \sqrt{1 + \frac{X_1^2 \cdot X_2}{2(L_b / r_y)^2}} \leq \phi_b M_r$  , Kip-ft

Untuk mempermudah perhitungan digunakan tabel LRFD p.3-9 – 3-17.

### 3.3.3. Defleksi

Defleksi pada balok komposit penuh (LRFD p. 4-7), dihitung berdasarkan momen Inertia “*lower bound*” ( $I_b$ ). Momen inersia “*lower bound*” ini dihitung untuk daerah momen positif, sedangkan untuk daerah momen negatif, momen inersia =  $I_x$ , dari penampang baja profil. Momen inersia lower bound ini diperoleh dari manual LRFD.

Defleksi vertikal untuk baja giling W, M, HP, S, C, & MC menurut LRFD p.3 – 129 dihitung sebagai berikut :

$$\Delta = \frac{e.P.(L^3)}{E.I} \quad (3.37)$$

dimana :  $e$  = Koefisien pembebanan berdasarkan perletakannya.

### 3.3.4. Konektor Geser

Gaya geser horisontal yang terjadi ditransfer oleh konektor geser dan diidentifikasi sebagai berikut :

1. Pada daerah momen positif, gaya geser horisontal total antara momen maksimum dan momen nol adalah nilai terkecil dari :
  - a).  $0,85 \cdot f_c \cdot b_E \cdot t_s$  : Gaya tekan maksimum dalam lebar efektif dari plat beton.
  - b)  $A_s \cdot F_y$  : Gaya tarik maksimum terjadi pada baja struktural.
  - c)  $\sum Q_n$  : Jumlah kuat nominal dari konektor geser.
2. Pada daerah momen negatif, gaya geser horisontal total antara momen maksimum dan momen nol adalah nilai terkecil dari :
  - a)  $A_s \cdot F_{yr}$  : Gaya tarik maksimum oleh baja tulangan longitudinal.

b)  $\sum Q_n$  : Jumlah kuat nominal konektor geser.

Jika kondisi 1c) atau 2b) yang menentukan, maka gaya geser horisontal total diklasifikasikan sebagai aksi komposit sebagian (*Partial Composite Action*), sedangkan untuk selain kondisi di atas diklasifikasikan sebagai aksi komposit penuh (*Full Composite Action*).

Kuat nominal untuk satu konektor geser (LRFD 15-3), dapat dilihat dari LRFD p.4-7, atau dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f_c \cdot E_c} \leq A_{sc} \cdot F_u \quad , \text{ untuk stud berkepala} \quad (3.38)$$

Jumlah konektor geser (n) yang diperlukan antara momen maksimum dan momen nol adalah

$$n = \frac{V_h}{Q_n} \quad (3.39)$$

Dimana :

$T_s$  = Tinggi atau tebal plat beton, in

$A_s$  = Luas profil balok, in<sup>2</sup>

$F_y$  = Tegangan luluh baja profil, Ksi

$Q_n$  = Kekuatan nominal salah satu stud, kips

$A_r$  = Luas total baja tulangan longitudinal yang dikembangkan sepenuhnya di dalam lebar efektif  $b_E$  plat betonnya, in<sup>2</sup>

$F_{yr}$  = Tegangan leleh minimum yang dispesifikasikan dari baja tulangannya, Ksi

$A_{sc}$  = Luas penampang lintang stud, ( $= \frac{1}{4} \pi \times d_s^2$ ), in<sup>2</sup>

$d_s$  = Diameter stud, in

$E_c$  = Modulus elastisitas beton, ksi

$F_u^b$  = Kekuatan tarik stud minimum yang dispesifikasikan,ksi

### 3.4. Analisis Struktur Kolom Komposit

#### 3.4.1. Batasan-batasan

Batasan-batasan untuk dapat digolongkan sebagai kolom komposit, LRFD-12.1 menggolongkan sebagai berikut :

1. Luas baja  $A_s \geq 0,04 A_g$  (luas penampang komposit).
2. Untuk Beton :
  - a. Batang tulangan longitudinal harus digunakan batang yang memikul beban harus kontinu pada level perangkaan (bila ada balok atau slab yang merangka ke kolom). Batang longitudinal lainnya yang hanya digunakan untuk mengekang beton dapat dipotong pada level rangka tersebut.
  - b. Jarak antar sengkang tidak boleh lebih dari  $2/3$  dimensi kolom lateral terkecil.
  - c. Luas sengkang lateral dan tulangan longitudinal masing-masing harus lebih dari  $0,007 \text{ in}^2/\text{in}$  dari jarak antar tulangan.
  - d. Tebal bersih beton penutup sekurang-kurangnya harus 1,5 in.
3. Kekuatan beton  $f'_c$  :
  - a. Beton normal :  $3 \text{ ksi} \leq f'_c \leq 8 \text{ ksi}$
  - b. Beton ringan struktural :  $f'_c \geq 4 \text{ ksi}$
4. Tegangan leleh maksimum baja yang digunakan dalam perhitungan kekuatan adalah 55 ksi untuk baja struktural maupun untuk batang tulangan.

5. Ketebalan dinding maksimum  $t$  untuk pipa atau tabung berisi beton :

a. Untuk tiap lebar permukaan  $b$  dalam penampang segi empat

$$t \geq b \sqrt{\frac{F_y}{3.E}} \quad (3.40)$$

b. Untuk diameter luar  $D$  dalam penampang lingkaran

$$t \geq D \sqrt{\frac{F_y}{8.E}} \quad (3.41)$$

### 3.4.2. Kekuatan Nominal Kolom

Kekuatan nominal  $P_n$  dari suatu kolom komposit adalah dihitung menggunakan provisi kekuatan kolom reguler dari LRFD-E2 yang dimodifikasi sebagai berikut :

1. Untuk pipa atau tabung yang dicor beton :

$$F_{my} = F_y + F_{yr} \cdot \frac{A_c}{A_s} + 0,85 \cdot f_c \cdot \frac{A_c}{A_s} \quad (3.42)$$

$$E_m = 29000 + 0,4 \cdot E_c \cdot \frac{A_c}{A_s} \quad (3.43)$$

$$r_m = r_s \quad (3.44)$$

2. Untuk baja struktural dicor beton :

$$F_{my} = F_y + 0,7 \cdot F_{yr} \cdot \frac{A_c}{A_s} + 0,6 \cdot f_c \cdot \frac{A_c}{A_s} \quad (3.45)$$

$$E_m = 29000 + 0,2 \cdot E_c \cdot \frac{A_c}{A_s} \quad (3.46)$$

$$r_m = r_s < 0,3 \cdot d \text{ (lentur)} \quad (3.47)$$

Kuat nominal kolom komposit,  $\Phi_c \cdot P_{nc}$  berdasarkan modifikasi tersebut menjadi :

$\Phi_c \cdot P_{nc} = 0,85 \cdot A_s \cdot F_{cr}$ , dimana  $F_{cr} = 0.658^{\lambda c^2} \cdot F_{my}$ , jika  $\lambda c \leq 1,5$

$$F_{cr} = \frac{0,877}{\lambda c^2} \cdot F_{my} \text{ jika } \lambda c > 1,5 \text{ dengan } \lambda c = \frac{k \cdot l}{r_m \cdot \pi} \sqrt{\frac{F_{my}}{E_m}}$$

Di mana :

$A_c$  = Luas beton

$A_r$  = Luas tulangan longitudinal

$A_s$  = Luas bruto profil baja, pipa, atau tabung

$E_c$  = Modulus elastis beton

$F_y$  = Tegangan leleh minimum profil baja, pipa atau tabung

$F_{yr}$  = Tegangan leleh minimum batang tulangan longitudinal

$R_s$  = Jari-jari girasi profil baja, pipa atau tabung

$d_{lentur}$  = Dimensi keseluruhan penampang komposit dalam bidang lentur

### 3.4.3. Analisis Struktur Balok – Kolom Komposit

Suatu batang atau elemen struktur yang dibebani gaya aksial tarik/tekan dan momen lentur, LRFD mensyaratkan harus dikontrol terhadap interaksi gaya aksial-momen dengan rumus :

$$a \text{ Jika } \frac{P_u}{\Phi P_n} \geq 2 \text{ maka } \frac{P_u}{\Phi P_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\Phi b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (3.48)$$

$$b \text{ Jika } \frac{P_u}{\Phi P_n} < 2 \text{ maka } \frac{P_u}{2 \cdot \Phi P_n} + \left( \frac{M_{ux}}{\Phi b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (3.49)$$

$\Phi P_n$ , diselesaikan dengan mengikuti persyaratan kolom komposit dengan modifikasi sebagai berikut :



$$\frac{P_u}{\Phi P_n} \geq 0,3 \text{ , maka } \Phi_b M_n = 0,85 \cdot M_{nc}$$

$$\frac{P_u}{\Phi P_n} < 0,3 \text{ , maka } \Phi_b M_n \text{ diperoleh dari interpolasi linier pada } \frac{P_u}{\Phi P_n} \text{ dengan titik}$$

pada garis lurus titik B & C.

$$\text{Titik C} = 0,85 \cdot M_{nc} : \frac{P_u}{\Phi P_n} = 0,3 \text{ dan titik B} = \Phi_b \cdot M_{nc} : \frac{P_u}{\Phi P_n} = 0 \text{ dimana :}$$

$$\Phi_b M_{nb} = 0,9 \cdot Z \cdot F_y \text{ (kips-in) dan}$$

$$M_{nc} = Z \cdot F_y + \frac{1}{3} (h - 2c_r) A_r \cdot F_{yr} + \left( \frac{h}{2} - \frac{A_w \cdot F_y}{1,7 \cdot f \cdot c \cdot b} \right) A_w \cdot F_y$$

Untuk momen desain ( $M_u$ ) harus dikontrol terhadap adanya faktor pembesaran momen pada ujung kolom, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan formula LRFD HI-3 berikut ini :

$$M_u = B_1 \cdot M_{nt} + B_2 \cdot M_{lt} \quad (3.50)$$

$$P_e = \frac{A_g \cdot F_y}{\lambda^2} \quad (3.51)$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2} \quad (3.52)$$

$$B_1 = \frac{c_m}{1 - \frac{P_u}{P_e}} \geq 1,0 \quad (3.53)$$

$$B_2 = \frac{c_m}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_e}} \geq 1,0 \quad (3.54)$$

Untuk momen desain  $M_u$  harus dikontrol terhadap adanya faktor pembesaran momen pada ujung kolom, hal ini dapat dilakukan dengan

menggunakan formula LRFD HI-3 atau lebih mudahnya dengan menggunakan tabel LRFD p.3-9 – p.3-17 yang telah disediakan.

Dimana :

$P_u$  = Beban tekan aksial terfaktor

$P_n$  = Kekuatan tekan nominal dengan menganggap batang hanya dibebani beban tekan aksial saja sesuai dengan LRFD-E2

$\Phi_c$  = Faktor reduksi kekuatan (faktor resistensi) untuk batang tekan  
= 0,85.

$M_{ux}$  = Momen lentur terfaktor yang bekerja menurut sumbu – x, termasuk efek-efek orde kedua.

$M_{nx}$  = Kekuatan momen nominal untuk lentur menurut sumbu – x, sesuai dengan LRFD-F1

$\Phi_b$  = Faktor reduksi kekuatan (faktor resistensi) untuk batang-batang fleksural  
= 0,90.

$M_{uy}$  = sama dengan  $M_{ux}$  kecuali mengacu ke sumbu – y.

$M_{ny}$  = Sama dengan  $M_{nx}$  kecuali mengacu ke sumbu – y

$C_m$  = Koefisien momen

$P_e$  = Beban Euler

### 3.5. Analisis Gaya Gempa Statik Ekuivalen

Adapun prosedur perencanaan menggunakan metode ini adalah :

1. Menghitung berat lantai total  $W_T = W_m + W_h$

Dimana :  $W_m$  = beban mati &  $W_h$  = beban hidup

2. Menghitung waktu getar alami, T (PPKGURG '87, BAB II, Pasal 2.4.5.a.)

$$T = 0,085 \cdot H^{0,75} \text{ untuk portal baja} \quad (3.55)$$

3. Menentukan koefisien gempa dasar (C), berdasarkan kondisi tanah dan wilayah dimana struktur yang ditinjau berada. (PPKGURG'87, BAB II, Pasal 2.4.2, gambar 2.3)

4. Menentukan faktor keutamaan gedung ( I ), berdasarkan kegunaan struktur yang akan dibuat (PPKGURG'87, BAB II, Pasal 2.4.3, tabel 2-1)

5. Menentukan faktor jenis (K), berdasarkan jenis struktur dan bahayanya (PPKGURG'87, BAB II, Pasal 2.4.4, tabel 2.2)

6. Menentukan gaya geser horisontal akibat gempa, (PPKGURG'87, BAB II, Pasal 2.4.1)

$$V = C.I.K.W_T \quad (3.56)$$

7. Kontrol rasio lebar dan tinggi struktur (PPKGURG'87, BAB II, Pasal 2.4.6)

a. Jika  $\frac{H}{B} > 3$ , maka  $F_{\text{atap}} = 0,10 \cdot V$ ;  $F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot 0,9 \cdot V$  (3.57)

b. Jika  $\frac{H}{B} < 3$ , maka  $F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot V$  (3.58)

Dimana :  $F_i$  = Gaya gempa lantai i

$W_i$  = Berat lantai i

$V$  = Gaya geser horisontal total

## BAB IV

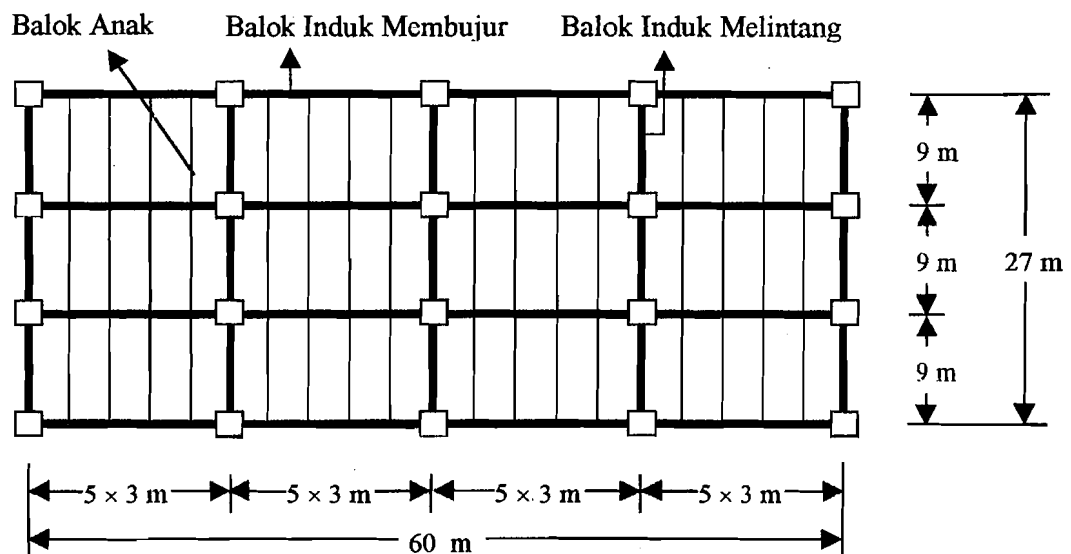
### ANALISIS MODEL PENEMPATAN BALOK ANAK

#### TERHADAP PORTAL BAJA-BETON DENGAN METODE LRFD

##### 4.1. Model Penempatan Balok Anak

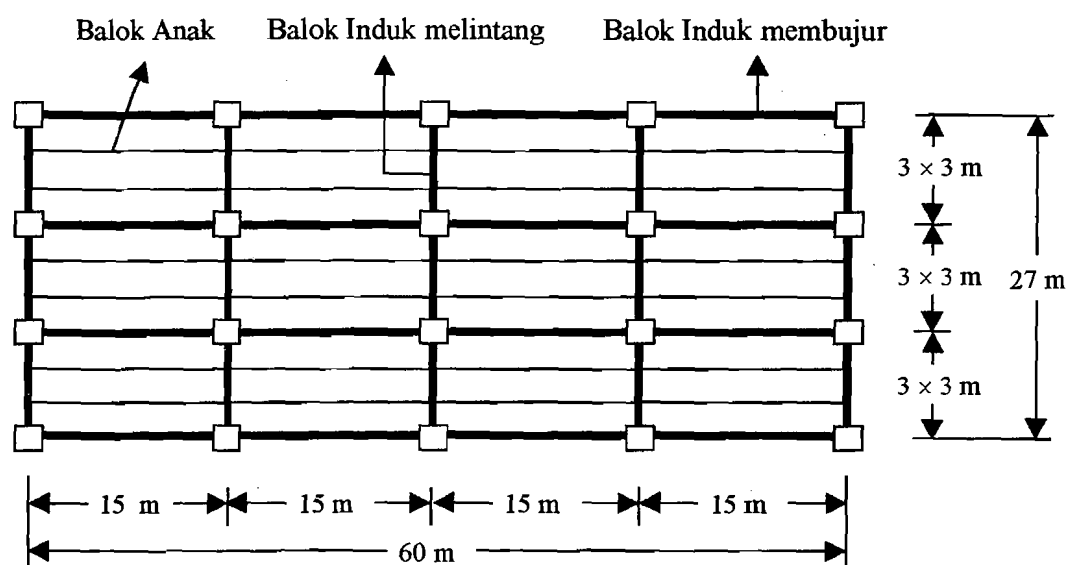
Dalam Tugas Akhir ini, hanya akan dibahas empat macam penempatan balok anak yang terbagi dalam dua penempatan balok anak dengan jarak antar balok yang sama, dan dua balok anak dengan jarak antar yang berbeda. Berikut ini akan diberikan beberapa model penempatannya, yaitu :

##### 1. Penempatan Balok Anak Tipe A



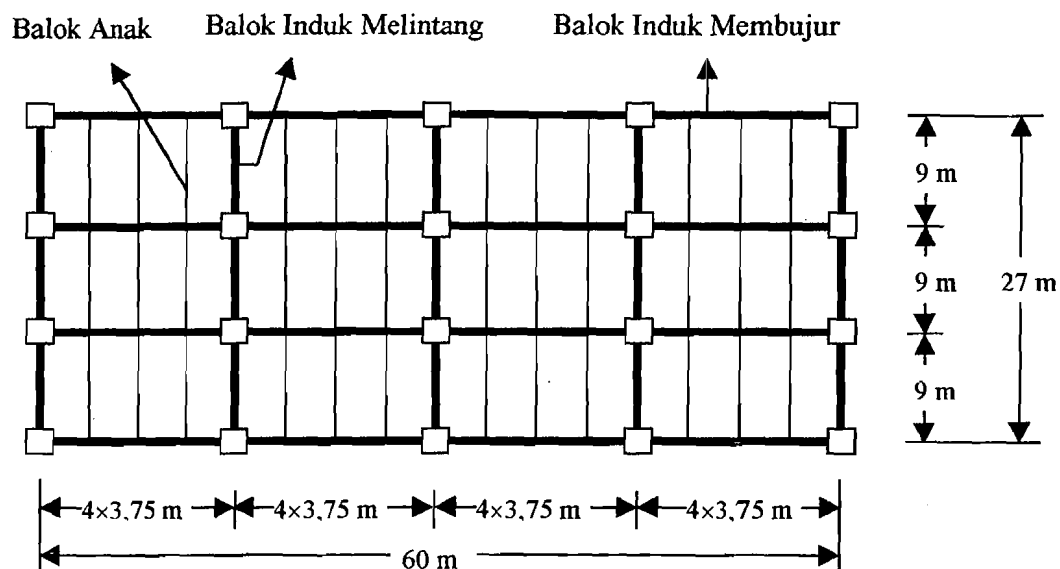
Gambar 4.1. Denah Penempatan Balok Anak Tipe A

## 2. Penempatan Balok Anak Tipe B



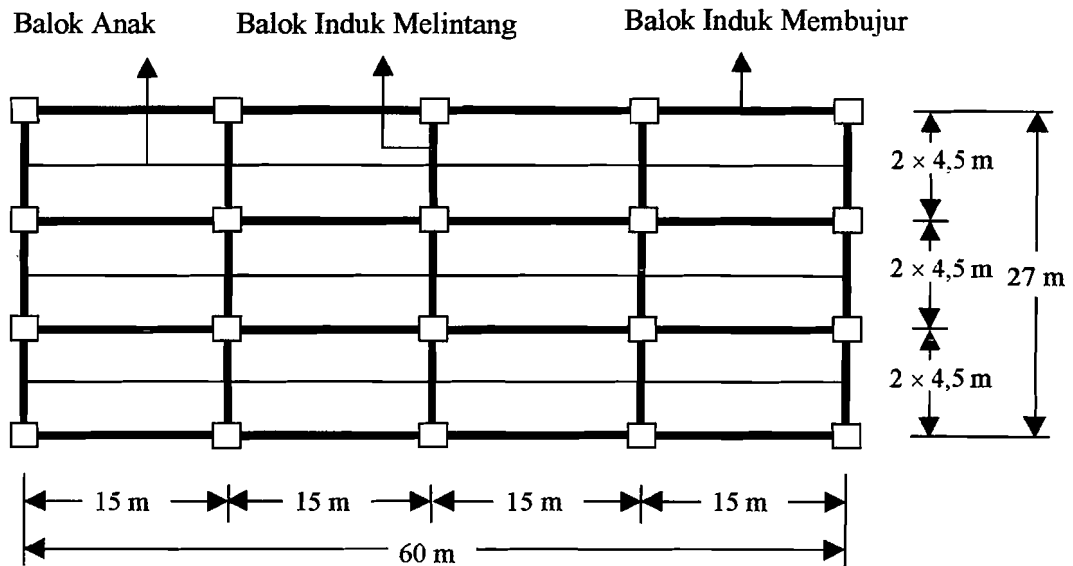
Gambar 4.2. Denah Penempatan Balok Anak Tipe B

## 3. Penempatan Balok Anak Tipe C



Gambar 4.3. Denah Penempatan Balok Anak Tipe C

#### 4. Penempatan Balok Anak Tipe D

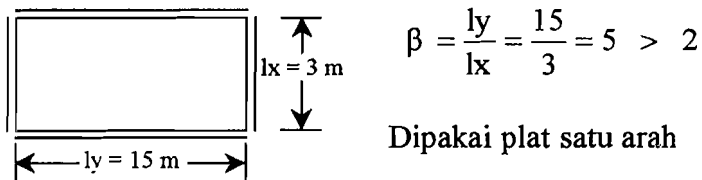


Gambar 4.4. Denah Penempatan Balok Anak Tipe D

#### 4.2. Desain Pelat Tipe B

Desain pada pelat di dasarkan pada peraturan SK SNI T-15-1991-03, karena pelat dalam bentuk beton biasa dan bukan komposit.

##### a. Penentuan tebal plat



Gambar 4.5. Distribusi Momen

$$h_{\min} = \frac{L_x}{24} = \frac{3000}{24} = 125 \text{ mm}$$

Digunakan : - Tebal plat lantai (h) : 125 mm

- Tulangan pokok (D):  $\varnothing 12$

- Penutup beton (Pb) : 20 mm
- $d = h - Pb - \frac{1}{2} D = 125 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 99 \text{ mm}$

b. Pembebanan

- Beban Hidup :  $W_L = 4,00 \text{ KN/m}^2$
  - Beban mati :
    - ⇒ Plat  $= 0,125 \times 24 = 3 \text{ KN/m}^2$
    - ⇒ Ubin  $= 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$
    - ⇒ Elemen penggantung  $= 0,18 \text{ KN/m}^2$
    - ⇒ Specie  $= 0,02 \times 21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$
    - ⇒ Pasir  $= 0,02 \times 16 = 0,32 \text{ KN/m}^2$
- 
- $W_D = 4,34 \text{ KN/m}^2$

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_{LL}$$

$$= 1,2 \times 4,34 + 1,6 \times 4,00 = 11,608 \text{ KN/m}^2$$

c. Penentuan koefisien momen

Dari tabel digunakan momen yang terbesar :

$$M_u^+ = \frac{1}{11} \times W_u \times l x^2 = \frac{1}{11} \times 11,608 \times 3^2 = 9,4975 \text{ KN-m}$$

$$M_u^- = \frac{1}{10} \times W_u \times l x^2 = \frac{1}{10} \times 11,608 \times 3^2 = 10,4472 \text{ KN-m}$$

d. Perhitungan tulangan pokok

Dari beberapa nilai momen pilihlah nilai terbesar, didapat momen yang terjadi pada adalah :

$$M_U = 10,4472 \text{ KN-m}$$

$$f'_c = 24 \text{ Mpa} < 30 \text{ Mpa} \rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{10,4472}{0,8} = 13,059 \text{ KN} - \text{m}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{(0,85 \times 24 \times 0,85)}{400} \times \frac{600}{(600 + 400)}$$

$$= 0,026$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,026 = 0,0195$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \times 24} = 19,6078$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{13,059 \times 10^6}{1000 \times 99^2} = 1,3324$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{F_y}} \right) = \frac{1}{19,6078} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 19,6078 \times 1,3324}{400}} \right) = 0,00345$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00345 < \rho_{\min} = 0,0035 < \rho_{\max} = 0,0195$$

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 1000 \times 99 = 346,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi 10} = \frac{1}{4} \pi \cdot (d^2) = \frac{1}{4} \pi \cdot (12^2) = 113 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{A_{\phi 12} \times b}{A_s \text{ perlu}} = \frac{113 \times 1000}{346,5} = 326,118 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan permeter} = \frac{A_{\phi 12} \times b}{\text{Jarak tulangan}} = \frac{113 \times 1000}{250}$$

$$= 452 \text{ mm}^2 < 346,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan permeter} = \frac{1000}{250} = 4 \text{ buah}$$

Dipakai  $\phi 12$ -250 mm



e. Cek geser

$$V_u = 1,15 \cdot \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x = 1,15 \times \frac{1}{2} \times 11,608 \times 3 = 20,0238 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f'_c} = \frac{1}{6} \times 1000 \times 99 \times \sqrt{24} \times 10^{-3} = 80,8331 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times V_c = 0,6 \times 80,8331$$

$$= 48,4999 \text{ KN} > V_u = 20,0238 \text{ KN} \rightarrow \text{Aman !}$$

f. Kontrol kapasitas

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 0,85 \times 24 \times 1000 \times a$$

$$= 20400 a$$

$$T_s = A_s \cdot F_y = 452 \times 400$$

$$= 180800 \text{ N}$$

Syarat kesetimbangan :  $T_s = C_c$

$$180800 = 20400 \cdot a$$

$$a = 8,8627 \text{ mm}$$

$$M_n \text{ total} = T_s (d - \frac{1}{2} \cdot a) = 180800 \cdot (99 - \frac{1}{2} \times 8,8627) \times 10^{-6}$$

$$= 17,098 \text{ KN-m} > M_n = 13,059 \text{ KN-m} \rightarrow \text{Aman !}$$

g. Perhitungan tulangan bagi

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot h = 0,0018 \times 1000 \times 125 = 225 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \phi 8 \rightarrow A_{\phi 8} = \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 = 50,26 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{50,26 \times 1000}{225} = 223,38 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan bagi :  $\phi 8 - 200$

Tabel 1. Tebal Pelat untuk setiap tipe

Tipe	Pelat	Tebal (mm)	Wu (KN/m)	Vu (KN)	Mu (KN-m)	Mn (KN-m)
A	Atap	125	6,592	11,371	5,9328	7,416
	Lantai	125	11,608	20,024	10,4472	13,059
B	Atap	125	6,592	11,371	5,9328	7,416
	Lantai	125	11,608	20,0238	10,4472	13,059
C	Atap	160	7,6	16,3875	10,6875	13,3594
	Lantai	160	12,616	27,2032	17,7412	22,1765
D	Atap	190	8,464	21,9006	17,1396	21,4245
	Lantai	190	13,48	34,8795	27,7412	34,1212

#### 4.3. Desain Balok Tipe B

Sebagai sampel diambil balok anak pada lantai dimana langkah-langkah desainnya sebagai berikut :

##### a. Pembebanan Type I

##### 1). Beban sebelum beton mengeras ( $w_D$ )

$$\text{Berat Plat (qp)} = 0,125 \times 24 = 3 \text{ KN/m}^2$$

Beban Ekvivalen ( $w_{eq}$ )

$$w_{eq} = \frac{q_P \cdot L_X \cdot (3 \cdot L_Y^2 - L_X^2)}{3 \cdot L_Y^2} = \frac{3 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 8,88 \text{ KN/m}$$

Beban sebelum beton mengeras ( $w_D$ )

$$\Rightarrow \text{Beban Ekvivalen (} w_{eq} \text{)} = 8,88 \text{ KN/m}$$

$$\Rightarrow \text{Berat balok asumsi (} w_b \text{)} = 1,15 \text{ KN/m}$$

$$\overline{w_D} = 10,03 \text{ KN/m}$$

2). Beban setelah beton mengeras ( $w_L$ )

⇒ Ubin	= $0,02 \times 21$	= 0,42	KN/m <sup>2</sup>
⇒ Specie	= $0,02 \times 21$	= 0,42	KN/m <sup>2</sup>
⇒ Pasir	= $0,02 \times 16$	= 0,32	KN/m <sup>2</sup>
⇒ Penggantung		= 0,18	KN/m <sup>2</sup>
		$q_{LD}$	= 1,34 KN/m <sup>2</sup>
⇒ Beban hidup berguna		= 4	KN/m <sup>2</sup>
		$q_{LL}$	= 4 KN/m <sup>2</sup>

## Beban Ekvivalen

$$w_{eq1} = \frac{q_{LD} \cdot L_x \cdot (3 \cdot L_y^2 - L_x^2)}{3 \cdot L_y^2} = \frac{1,34 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 3,9664 \text{ KN/m}$$

$$w_{eq2} = \frac{q_{LL} \cdot L_x \cdot (3 \cdot L_y^2 - L_x^2)}{3 \cdot L_y^2} = \frac{4 \times 3 \times (3 \times 15^2 - 3^2)}{3 \times 15^2} = 11,84 \text{ KN/m}$$

## Beban merata yang ditahan oleh baja

$$\text{Beban Ekvivalen mati } (w_{eq1}) \quad (w_{LD}) = 3,9664 \text{ KN/m}$$

$$\text{Beban Ekvivalen hidup } (w_{eq2}) \quad (w_{LL}) = 11,84 \text{ KN/m}$$

3). Beban Terfaktor ( $w_U$ )

$$\begin{aligned} w_U &= 1,2 (w_D + w_{LD}) + 1,6 \times w_{LL} \\ &= 1,2 \times (10,03 + 3,9664) + 1,6 \times 11,84 \\ &= 35,7397 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

## b. Momen Terfaktor

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 \times w_U \times L_y^2 = 1/8 \times 35,7397 \times 15^2 \\ &= 1005,1785 (\times 0,7376 \text{ K-ft}) = 741,4197 \text{ K-ft} \end{aligned}$$

c. Lebar Efektif ( $b_E$ )

$$b_E \leq \frac{1}{4} L = \frac{1}{4} \times 1500 = 375 \text{ cm} = 147 \text{ in}$$

$$b_E \leq b_o = 300 \text{ cm} = 118 \text{ in (menentukan)}$$

## d. Pemilihan Profil

Pemilihan profil berdasarkan berat profil minimum

Berat profil ( $w_T$ )

$$w_T = \left[ \frac{Mu \times 12}{\left(\frac{1}{2} \times d + Y_{CON} - \frac{a}{2}\right) \times \phi F_y} \right] \times 3,4 \text{ lbs/ft}$$

$$\text{Asumsi : } \frac{1}{2} a = 1 \text{ in} < t_s = 4,92 \text{ in}$$

$$Y_{CON} = t_s = 12,5 \text{ cm} = 4,92 \text{ in}$$

$$\phi = 0,85$$

$$f'_c = 24 \text{ Mpa} \approx 3,5 \text{ ksi}$$

Pemilihan Profil (Manual LRFD, "COMPOSITE BEAM SELECTION

TABLE"), diperoleh :

D (profil)	$\frac{Mu \times 12 \times 3,4}{\phi \cdot F_y}$	$\frac{1}{2} d + t_s - \frac{1}{2} a$	$w_T$ (lbs/ft)	Profil minimum	Profil rencana
W <sub>21</sub>	998,5596	14,42	68,55	W <sub>21x...</sub>	
W <sub>24</sub>		15,92	62,09	W <sub>24x68</sub>	W <sub>24x68</sub>
W <sub>27</sub>		17,42	56,75	W <sub>27x84</sub>	

## e. Kekuatan Nominal Penampang

Dari manual LRFD, Composite Beam Selection Table dicoba profil W<sub>24x68</sub> :

$$\Sigma Q_n = 724 \text{ kips}$$

$$a = \frac{\Sigma Q_n}{0,85 \times f'_c \times b_E} = \frac{724}{0,85 \times 3,5 \times 118} = 2,0624 \text{ in}$$

$$Y2 = t_s - \frac{1}{2} a = 4,92 - \frac{1}{2} \cdot 2,0624 = 3,8888$$

Interpolasi dari Composite Beam Selection Table diperoleh :

$$\phi M_n = 807,44 \text{ K-ft} > M_u = 741,4197 \text{ K-ft}$$

$$I_b = 4324 \text{ in}^4$$

Cek Lendutan akibat beban layanan :

$$w_L = w_{LD} + w_{LL} = 3,9664 + 11,84 \text{ KN/m} = 15,8064 \text{ KN/m} = 1,083 \text{ K/ft}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{LL} &= \frac{0,013 \cdot w_L \cdot L^4}{E_s \cdot I_b} = \frac{0,013 \times 1,083 \times 49,21^4 \times 12^3}{29000 \times 4324} \\ &= 1,1377 \text{ in} < \frac{1}{360} = 1,64 \text{ in} \rightarrow \text{aman} \end{aligned}$$

Cek geser oleh badan balok :

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot w_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 35,7397 \cdot 15 = 268,0477 \text{ KN} \approx 60,2571 \text{ Kips}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \cdot (0,6 \cdot F_y \cdot A_w) = 0,9 \cdot (0,6 \cdot 36 \cdot 23,73 \cdot 0,415) \\ &= 191,4441 \text{ Kips} > V_u = 60,2571 \text{ Kips} \rightarrow \text{aman !} \end{aligned}$$

f. Penghubung Geser

$$V_h = 0,85 \cdot f_c \cdot b_E \cdot t_s = 0,85 \times 3,5 \times 118 \times 4,92 = 1727,166 \text{ kips}$$

$$V_h = A_s \cdot F_y = 20,1 \times 36 = 723,6 \text{ Kips}$$

Digunakan  $V_h$  yang terkecil yaitu :

$$V_h = 723,6 \text{ kips (stud diameter } \frac{3}{4} \text{ "x 3", } Q_n = 23,6 \text{ kips)}$$

Jumlah stud yang diperlukan (n) :

$$n = \frac{V_h}{Q_n} = \frac{723,6}{23,6} = 30,66 \approx 32 \text{ buah (16 pasang)}$$

$$\text{Jarak / spasi stud (Sperlu)} = \frac{L}{n} = \frac{1500}{32} = 46,875 \text{ cm}$$

Digunakan stud : 64 -  $\frac{3}{4}$  "x 3", dengan spasi = 47 cm

## g. Kontrol Berat Balok

$$W_{\text{balok}} = 68 \text{ lbs/ft} \approx 0,99 \text{ KN/m} < W_{\text{taksir}} = 1,35 \text{ KN/m} \rightarrow \text{aman !}$$

Tabel 2. Beban rencana balok untuk penempatan balok anak tipe B

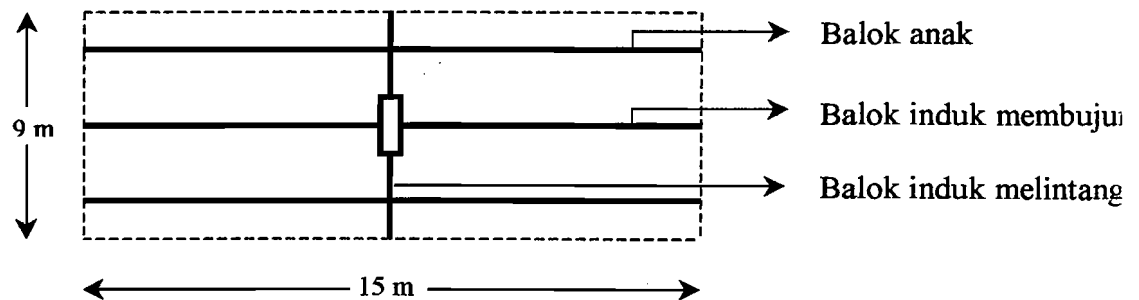
Balok	Beban yang ditahan balok					
	$W_D$	$W_{LD}$	$W_{LL}$	$P_D$	$P_{LD}$	$P_{LL}$
Anak Atap	9,63	3,4336	2,96	-	-	-
Induk Atap Membujur	9,98	3,4336	2,96	-	-	-
Induk Atap Melintang	7,35	2,32	2	144,45	51,504	44,4
Anak Lantai	10,03	3,9664	11,84	-	-	-
Induk Lantai Membujur	10,53	13,9664	11,84	-	-	-
Induk Lantai Melintang	8,25	12,68	8	150,45	59,496	177,6

Tabel 3. Dimensi Balok untuk beberapa tipe pembebanan

Tipe	A		B		C		D	
	L (m)	Profil ( $F_y=248 \text{ Mpa}$ )	L (m)	Profil ( $F_y=248 \text{ MPa}$ )	L (m)	Profil ( $F_y=248 \text{ MPa}$ )	L (m)	Profil ( $F_y=248 \text{ MPa}$ )
BI. Atap	15	W33X118	15	W21X62	15	W36X135	15	W27X84
BI. Lantai		W33X221		W30X108		W36X230		W33X141
BI. Atap	9	W14X34	9	W27X84	9	W14X38	9	W27X94
BI. Lantai		W24X68		W36X150		W24X76		W36X150
BA. Atap	9	W12X22	15	W18X46	9	W14X26	15	W24X62
BA. Lantai		W16X31		W24X68		W18X35		W27X84

#### 4.4. Desain Kolom Tipe B

Analisa pembebanan pada kolom ditinjau pada kolom yang paling bawah, dengan model pembebanan pada kolom dapat dilihat dari gambar :



Gambar 4.6. Pembebanan pada Kolom

##### 4.4.1. Pembebanan

###### a. Beban Hidup ( $P_L$ )

$$P_L \text{ atap} = 1 \times 15 \times 9 = 135 \text{ KN}$$

$$P_L \text{ lantai} = 4 \times 15 \times 9 = 540 \text{ KN}$$

###### b. Beban Mati ( $P_D$ )

$$P_D \text{ atap} = \text{Pelat} = \{(0,125 \times 24) + (1,16)\} \times 15 \times 9 = 561,6 \text{ KN}$$

$$\text{Balok} = \{(2 \times 0,75) + (1 \times 1,1)\} \times 15 + (1 \times 1,35 \times 9) = 51,15 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ atap} = 612,75 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ lantai} = \text{Pelat} = \{(0,125 \times 24) + (1,34)\} \times 15 \times 9 = 585,9 \text{ KN}$$

$$\text{Balok} = \{(2 \times 1,15) + (1 \times 1,65)\} \times 15 + (1 \times 2,25 \times 9) = 79,5 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ lantai} = 665,4 \text{ KN}$$

$$\text{Beban Kolom atas (asumsi)} = (12 \text{ KN/m} \times 21 \text{ m}) = 252 \text{ KN}$$

## c. Beban Hidup Total

$$\begin{aligned}\text{Beban hidup total} &= P_L \text{ atap} + P_L \text{ lantai} \cdot (n) \\ &= 135 + 540 \cdot (4) = 2295 \text{ KN}\end{aligned}$$

## d. Beban Mati Total

$$\begin{aligned}\text{Beban mati total} &= P_D \text{ atap} + P_D \text{ lantai} \cdot (n) + P \text{ kolom atas} \\ &= 612,75 + 665,4 \cdot (4) + 252 \\ &= 3526,35 \text{ KN}\end{aligned}$$

## e. Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}\text{Beban terfaktor (Pu)} &= 1,2 \cdot P_D + 1,6 \cdot P_L = 1,2 \cdot (3526,35) + 1,6 \cdot (2295) \\ &= 7903,62 \text{ KN}\end{aligned}$$

**4.4.2. Pemilihan Profil Kolom**

$$P_u = 7903,62 \text{ KN} \approx 1776,7338 \text{ Kips} \quad : L = 5 \text{ m}$$

$$k = 1,35 \text{ (portal bergoyang } k \geq 1)$$

$$kL = 1,35 \cdot (5) = 6,75 \text{ m} \approx 22,15 \text{ ft}, r_{mx}/r_{my} = 1,0 \text{ (asumsi)}$$

Dari Manual LRFD "*Composite Colum Table*" dipilih :

Profil W14x283 encased 24"×24",  $f'_c = 3,5 \text{ Ksi (24 Mpa)}$ ,  $F_y = 50 \text{ Ksi}$ , dengan

$$\phi P_n = 4112,88 \text{ Kips} > P_u = 1776,7338 \text{ Kips}$$

Data kolom sebagai berikut : Tulangan longitudinal = 4 – # 11 Bars

Senggang pengikat = # 4 – 16 in

Digunakan : Profil W14×283 encased 24"×24" untuk seluruh kolom



#### 4.4.3. Hitungan Faktor Panjang Efektif Kolom

Faktor panjang efektif kolom diperlukan untuk menghitung kapasitas nominal kolom aktual dan untuk mengontrol nilai faktor panjang efektif kolom ( $k$ ) pada pemilihan awal dimensi kolom sebelumnya.

Faktor kekakuan relatif pada typical joint ( $G$ )

$$G = \frac{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_C}{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_B}$$

$G = 1,0$  untuk kondisi joint sebagai jepit

$G = 10$  untuk kondisi joint sebagai sendi

Faktor panjang efektif kolom pada portal bergoyang (*unbraced frame*), dihitung menggunakan formula 3.2 (Smith, 1996)

$$k = \sqrt{\frac{1,6(G_i \cdot G_j) + 4(G_i + G_j) + 7,5}{G_i + G_j + 7,5}}$$

Data properties untuk hitungan faktor panjang efektif kolom berdasarkan arah portal sebagai berikut :

a. Portal arah melintang

Balok lantai : W36x150 ,  $I = 9040 \text{ in}^4$

Kolom : W14x283 ,  $I = 3840 \text{ in}^4$

Hitungan faktor panjang efektif kolom tengah

$G1 = G4 = 1,0$  jepit

$$G_{atas} = \frac{\{(3840/16,4) + (3840/13,12)\}}{\{(9040/29,52) + (9040/29,52)\}} = 0,8602$$

$$K_{Melintang} = \sqrt{\frac{1,6(1 \times 0,8602) + 4(1 + 0,8602) + 7,5}{1 + 0,8602 + 7,5}} = 1,32$$

b. Portal arah membujur

Balok lantai : W30x108 , I = 4470 in<sup>4</sup>

Kolom : W14x283 , I = 1440 in<sup>4</sup>

Hitungan faktor panjang efektif kolom tengah

G1 = G4 = 1,0 jepit

$$G_{atas} = \frac{\{(1440/16,4) + (1440/13,12)\}}{\{(4470/49,21) + (4470/49,21)\}} = 1,0875$$

$$K_{Membujur} = \sqrt{\frac{1,6(1 \times 1,0875) + 4(1 + 1,0875) + 7,5}{1 + 1,0875 + 7,5}} = 1,35$$

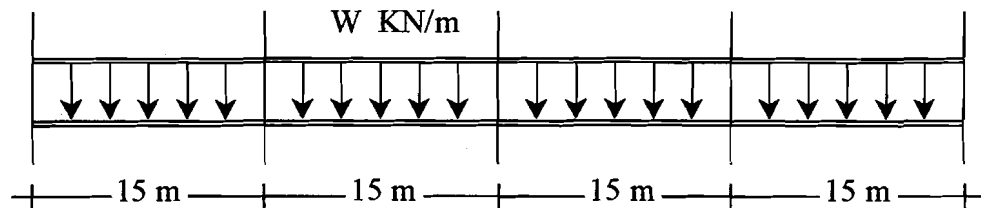
Nilai "K" baru lebih kecil dari nilai "K" sebelumnya/asumsi, sehingga digunakan nilai "K" baru yang disesuaikan dengan posisi kolom. Profil W14x283 dapat digunakan sebagai kolom komposit encased 24" x 24".

Tabel 4. Dimensi Kolom untuk berbagai tipe pembebanan

Tipe	A	B	C	D
Profil	W12X252, encased 22"X24"	W14X283, encased 24"X24"	W14X311, encased 24"X26"	W14X342, encased 24"X26"
φ Pn (KN)	15786,6192	18295,736	19545,8019	21503,9227
Pu (KN)	7875	7903,62	8595,864	9157,14

## 4.5. Desain Portal Akibat Gempa Tipe B

### 4.5.1. Hitungan Portal Membujur



Gambar 4.7. Pembebanan pada Portal Membujur

Beban-beban yang bekerja pada portal membujur adalah beban yang bekerja juga pada balok induk membujur atau balok induk yang sejajar dengan balok anak (lihat tabel 2.)

#### a. Berat bangunan ( $W_T$ )

##### 1). Beban balok induk atap (lantai 5)

$$W_D \text{ Atap} = 9,98 \times 30 = 299,4 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Atap} = 3,4336 \times 30 = 103,008 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Atap} = 2,96 \times 30 = 88,8 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times 4m \times (3 \times 12) = 72 \text{ KN}$$

$$W5 = 563,208 \text{ KN}$$

##### 2). Beban balok induk lantai (lantai 3 – 4)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 30 = 315,9 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 30 = 418,992 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 30 = 355,2 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom} = 4m \times (3 \times 12) = 144 \text{ KN}$$

$$W3 = 1234,092 \text{ KN}$$

## 3). Beban balok induk lantai (lantai 2)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 60 = 631,8 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 60 = 837,984 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 60 = 710,4 \text{ KN}$$

$$\underline{W \text{ Kolom} = \left\{ \left( \frac{1}{2} \times 4\text{m} \times 2 \right) + (4\text{m} \times 3) \right\} \times 12 = 192 \text{ KN}}$$

$$W_2 = 2372,184 \text{ KN}$$

## 4). Beban pelat lantai (lantai 1)

$$W_D \text{ Lantai} = 10,53 \times 60 = 631,8 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 13,9664 \times 60 = 837,984 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 11,84 \times 60 = 710,4 \text{ KN}$$

$$\underline{W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times (4\text{m} + 5\text{m}) \times (5 \times 12) = 270 \text{ KN}}$$

$$W_1 = 2450,184 \text{ KN}$$

## 5). Berat total

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$$

$$= 2450,184 + 2372,184 + 1234,092 + 1234,092 + 563,208$$

$$= 7853,76 \text{ KN}$$

## b. Gaya geser dasar

## 1). Waktu geser alami (T)

$$T = 0,085 \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 21^{3/4}$$

$$= 0,83 \text{ detik}$$

## 2). Koefisien gempa dasar (C)

Gedung berada pada daerah gempa III, dengan kondisi tanah lunak, maka dari gambar 2.3 PPKGURG'87 diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$

## 3). Faktor keutamaan gedung ( I )

Gedung difungsikan untuk perkantoran, maka dari tabel 2.1

PPKGURG'87 diperoleh :  $I = 1$

## 4). Faktor jenis struktur ( K )

Jenis struktur gedung bersifat portal daktail dengan bahan bangunan dari

baja dan beton, sehingga dari tabel 2.2 PPKGURG'87 diperoleh  $K = 1$

## 5). Gaya geser horisontal yang terjadi ( V )

$$V = C . I . K . W_T = 0,07 . 1 . 1 . 7853,76$$

$$= 549,7632 \text{ KN}$$

## c. Gaya geser tiap tingkat

Kontrol kelangsingan bangunan dengan

$$\frac{H}{B} = \frac{21\text{m}}{60\text{m}} = 0,35 \leq 3, \text{ maka gaya geser per tingkat adalah :}$$

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

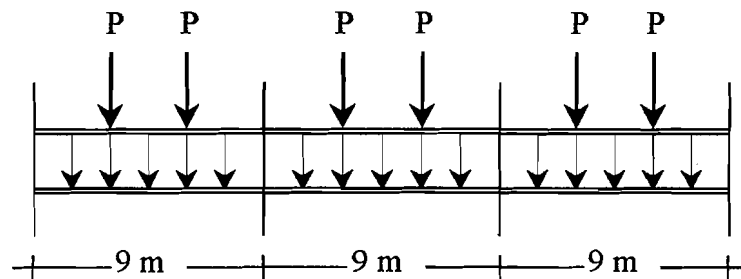
Selanjutnya perhitungan gaya geser tiap tingkat portal melintang tipe B, disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Gaya geser per tingkat untuk portal membujur tipe B

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi . Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	563,21	11827,368	78,8623
4	17	1234,09	20979,564	139,8711
3	13	1234,09	16043,196	106,9725
2	9	2372,18	21349,656	142,3548
1	5	2450,18	12250,920	81,6865
$\sum W_i \cdot H_i =$			82450,704	



#### 4.5.2. Hitungan Portal Melintang



Gambar 4.8. Pembebanan pada Portal Melintang

Beban yang bekerja pada portal melintang adalah beban yang bekerja pada balok anak yang dikonversikan menjadi beban titik dan beban merata balok melintang atau balok induk yang tegak lurus balok anak (lihat tabel 2).

##### a. Berat bangunan ( $W_T$ )

##### 1). Beban balok induk atap (lantai 5)

$W_D$ Atap	$= 7,35 \times 27$	$= 198,45$	KN
$W_{LD}$ Atap	$= 2,32 \times 2$	$= 62,64$	KN
$W_{LL}$ Atap	$= 2 \times 27$	$= 54$	KN
$P_D$ Atap	$= 144,45 \times 6$	$= 866,7$	KN
$P_{LD}$ Atap	$= 51,504 \times 6$	$= 309,024$	KN
$P_{LL}$ Atap	$= 44,4 \times 6$	$= 266,4$	KN
$W$ Kolom	$= \frac{1}{2} \times 4m \times (4 \times 12)$	$= 96$	KN

$$W_5 = 1853,214 \text{ KN}$$

## 2). Beban balok induk lantai (lantai 2 – 4)

$$W_D \text{ Lantai} = 8,25 \times 27 = 222,75 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 12,68 \times 27 = 342,36 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 8 \times 27 = 216 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ Lantai} = 150,45 \times 6 = 902,7 \text{ KN}$$

$$P_{LD} \text{ Lantai} = 59,496 \times 6 = 356,976 \text{ KN}$$

$$P_{LL} \text{ Lantai} = 177,6 \times 6 = 1065,6 \text{ KN}$$

$$\underline{W \text{ Kolom} = 4m \times (4 \times 12) = 192 \text{ KN}}$$

$$W_2 = 3298,386 \text{ KN}$$

## 3). Beban balok induk lantai (lantai 1)

$$W_D \text{ Lantai} = 8,25 \times 27 = 222,75 \text{ KN}$$

$$W_{LD} \text{ Lantai} = 12,68 \times 27 = 342,36 \text{ KN}$$

$$W_{LL} \text{ Lantai} = 8 \times 27 = 216 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ Lantai} = 150,45 \times 6 = 902,7 \text{ KN}$$

$$P_{LD} \text{ Lantai} = 59,496 \times 6 = 356,976 \text{ KN}$$

$$P_{LL} \text{ Lantai} = 177,6 \times 6 = 1065,6 \text{ KN}$$

$$\underline{W \text{ Kolom} = \frac{1}{2} \times (4m+5m) \times (4 \times 12) = 216 \text{ KN}}$$

$$W_1 = 3322,386 \text{ KN}$$

## 4). Berat total

$$W_T = W_1 + W_2 \times (3) + W_3 = 3322,386 + 3298,386 \times 3 + 1853,214$$

$$= 15070,76 \text{ KN}$$

## b. Gaya geser dasar

## 1). Waktu geser alami (T)

$$T = 0,085 \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 21^{3/4}$$

$$= 0,83 \text{ detik}$$

## 2). Koefisien gempa dasar (C)

Gedung berada pada daerah gempa III, dengan kondisi tanah lunak, maka dari gambar 2.3 PPKGURG'87 diperoleh koefisien gempa dasar,  $C = 0,07$

## 3). Faktor keutamaan gedung (I)

Gedung difungsikan untuk perkantoran, maka dari tabel 2.1 PPKGURG'87 diperoleh :  $I = 1$

## 4). Faktor jenis struktur (K)

Jenis struktur gedung bersifat portal daktail dengan bahan bangunan dari baja dan beton, sehingga dari tabel 2.2 PPKGURG'87 diperoleh,  $K = 1$

## 5). Gaya geser horisontal yang terjadi (V)

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_T = 0,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14903,908$$

$$= 1054,9531 \text{ KN}$$

## c. Gaya geser tiap tingkat

Kontrol kelangsingan bangunan dengan

$$\frac{H}{B} = \frac{21 \text{ m}}{27 \text{ m}} = 0,78 \leq 3, \text{ maka gaya geser pertingkat :}$$

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



Selanjutnya perhitungan gaya geser tiap tingkat disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 6. Gaya geser per tingkat untuk portal melintang tipe B

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi . Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	1853,21	38917,494	222,9294
4	17	3298,39	56072,562	321,1981
3	13	3298,39	42879,018	245,6221
2	9	3298,39	29685,474	170,046
1	5	3322,39	16611,93	95,1574
$\Sigma W_i \cdot H_i =$			181466,48	

## BAB V

### ANALISIS KAPASITAS PENAMPANG

Analisis ini diperlukan untuk mengetahui kekuatan struktur dalam menahan beban-beban yang bekerja baik oleh gaya internal maupun oleh gaya eksternal. Pada konstruksi tanpa penopang (*Unshored Beam*), dimana dukungan sementara pada balok tidak digunakan dalam menahan beban konstruksi, spesifikasi LRFD-I3-1 menyatakan bahwa penampang baja (*steel beam*) harus didesain untuk mendukung beban-beban pada tahap konstruksi yakni berat pelat dan berat balok dan beban hidup (orang dan peralatan konstruksi) sebelum beton mencapai kekuatannya  $0,75 f'c$ .

Pada saat beton telah mencapai kekuatannya maka seluruh beban-beban layanan yang bekerja akan ditahan oleh penampang komposit, untuk itu LRFD menyarankan agar balok baja harus dicek terhadap beban konstruksi yang bekerja sebelum beton mencapai kekuatannya, yakni 75% kuat desain.

Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis kapasitas tampang pada balok dan kolom. Analisis kapasitas tampang dilakukan dengan mengambil sampel elemen struktur yang dibebani oleh gaya-gaya maksimum. Gaya-gaya maksimum ini diperoleh dari analisis mekanika dengan program SAP90

### 5.1. Analisis Kapasitas Tampang Balok sebagai Balok Komposit

Hasil analisa mekanika struktur portal melintang balok lantai tipe B dengan SAP90, File F3F diperoleh momen-momen terfaktor maksimum sebagai berikut :

Momen pada daerah negatif/tumpuan : 1954,54 KN-m (elm.5 = balok lantai)

Momen pada daerah positif/lapangan : 981,75 KN-m (elm.5 = balok lantai)

Tebal Pelat (ts) = 125 mm = 4,92 in

Lebar efektif ( $b_E$ ) = 225 cm = 88,58 in

Mutu beton ( $f'_c$ ) = 3,5 ksi = 24 MPa

Mutu baja profil ( $F_y$ ) = 36 Ksi = 248 Mpa

Profil W36X150

#### 5.1.1. Kapasitas momen pada daerah momen positif ( $\phi M_n^+$ )

$C = A_s \cdot F_y = 44,2 \cdot 36 = 1591$  kips (menentukan)

$= 0,85 \cdot f'_c \cdot A_c = 0,85 \cdot 3,5 \cdot (118 \cdot 4,92) = 1727,166$  Kips

$$a = \frac{C}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_E} = \frac{1591,2}{0,85 \cdot 3,5 \cdot 118} = 4,52 \text{ in} < t_s = 4,92 \text{ in}$$

$M_n = A_s \cdot F_y \cdot (\frac{1}{2} \cdot d + t_s - \frac{1}{2} a) = 44,2 \cdot 36 (\frac{1}{2} \cdot 35,55 + 4,92 - \frac{1}{2} \cdot 4,52)$

$= 32516,172$  K-in = 2709,681 K-ft

$\phi M_n^+ = 0,85 \cdot (2709,681) = 2303,2288$  K-ft

$= 3123,1782$  KN-m  $> \mu^+ = 981,75$  KN-m (aman)

Atau dari interpolasi pada Composite Beam Selection Table diperoleh :

$\phi M_n^+ = 3032,30$  K-ft  $> \mu^+ = 981,75$  KN-m (aman)

### 5.1.2. Analisis Kapasitas Tampang Balok sebagai Baja Murni (non-composit)

Sebagai sampel diambil elemen struktur balok lantai arah melintang dengan pembebanan type B, yang dianalisis kapasitas tampangnya dengan membandingkan dengan hasil SAP 90 F3F. Tabel *LRFD "LOAD FACTOR DESIGN SELECTION TABLE"* diperoleh :

Profil W36X150 :  $L_p = 10,3$  ft,  $L_r = 30,2$  ft,  $BF = 29,4$ ,  $\phi_b M_p = 1570$  K-ft

Dari SAP90 diperoleh :  $L_b = 9,065$  ft

Maka :  $L_b < L_p < L_r$

$\phi M_n = \phi_b M_n = 1570$  K-ft =  $2128,92$  KN-m  $> M_u = 1954,54$  KN-m (Aman)

Kapasitas momen balok W36X150 memadai untuk menahan pembebanan yang terjadi. Selanjutnya analisa kapasitas balok pada daerah momen positif dan momen negatif disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 7. Kontrol Kapasitas Balok Tipe A

Portal	Balok	L (m)	Profil	Mu yang terjadi		Mu kapasitas	
				M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)	M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)
Membujur	BI. Atap	15	W33X118	804,84	1485,1	2347,46	1493,97
	BI. Lantai		W33X221	1783,12	2933,21	4197,13	3132,36
Melintang	BI. Atap	9	W14X34	84,02	164,33	388,03	193,39
	BI. Lantai		W24X68	233,39	558,16	1071,67	607,91
Melintang	BA. Atap	9	W12X22	197,676	-	238,176	-
	BA. Lantai		W16X31	346,216	-	385,846	-

Tabel 8. Kontrol Kapasitas Balok Tipe B

Portal	Balok	L (m)	Profil	Mu yang terjadi		Mu kapasitas	
				M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)	M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)
Membujur	BI. Atap	15	W21X62	205,99	413,49	915,50	444,52
	BI. Lantai		W30X108	549,14	1083,66	1998,34	1126,38
Melintang	BI. Atap	9	W27X84	406,84	743,04	1421,16	893,60
	BI. Lantai		W36X150	981,75	1954,54	3032,30	2128,92
Membujur	BA. Atap	15	W18X46	574,096	-	619,346	-
	BA.Lantai		W24X68	1005,178	-	1094,889	-

Tabel 9. Kontrol Kapasitas Balok Tipe C

Portal	Balok	L (m)	Profil	Mu yang terjadi		Mu kapasitas	
				M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)	M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)
Membujur	BI. Atap	15	W36X135	1011,57	1710,18	5024,49	1834,37
	BI. Lantai		W36X230	1995,38	3160,56	3087,88	3457,80
Melintang	BI. Atap	9	W14X38	96,33	205,74	1295,93	219,78
	BI. Lantai		W24X76	274,32	678,91	314,02	693,51
Melintang	BA. Atap	9	W14X26	276,723	-	338,279	-
	BA.Lantai		W18X35	457,975	-	514,565	-

Tabel 10. Kontrol Kapasitas Balok Tipe D

Portal	Balok	L (m)	Profil	Mu yang terjadi		Mu kapasitas	
				M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)	M <sup>+</sup> (KN-m)	M <sup>-</sup> (KN-m)
Membujur	BI. Atap	15	W27X84	402,07	805,48	1704,59	825,09
	BI. Lantai		W33X141	885,99	1714,5	3223,52	1745,98
Melintang	BI. Atap	9	W27X94	794,92	889,02	1824,22	1018,36
	BI. Lantai		W36X150	1327,32	2082,08	3424,69	2128,92
Membujur	BA. Atap	15	W24X62	1077,9	-	1171,014	-
	BA.Lantai		W27X84	1698,756	-	1704,221	-

## 5.2. Analisis Kapasitas Tampang Kolom Komposit

Kolom dianggap sebagai struktur balok-kolom komposit, sehingga di kontrol terhadap interaksi gaya aksial dan lentur. Hasil analisa mekanika dengan SAP90 File F3F, diketahui gaya-gaya yang bekerja pada kolom untuk penempatan balok anak tipe B sebagai berikut :

	Portal Membujur	Portal Melintang
Gaya Aksial (P) (KN)	1817,62	4598,83
Momen Ujung (M1) (KN-m)	561,06	1221,33
Momen Ujung (M2) (KN-m)	387,95	990,43

Data kolom komposit W14×283 encased 24'×24' dengan  $f'_c=3,5$  Ksi (24 Mpa) dapat dilihat dari "Composite Columns" LRFD-1986 sebagai berikut :

$$K_{\text{Membujur}} = K_y = 1,35 ; K_{\text{Melintang}} = K_x = 1,32 ; L = 5 \text{ m} = 16,40 \text{ ft}$$

$$K_y.L = 22,14 ; K_x.L = 21,65$$

Dari tabel "Composite Columns" diperoleh :

$$\phi P_n = 4113,7 \text{ Kips} = 18295,7376 \text{ KN}$$

$$\phi_b M_{nx} = 2580 \text{ K-ft} = 3498,48 \text{ KN-m}$$

$$\phi_b M_{ny} = 1570 \text{ K-ft} = 2128,92 \text{ KN-m}$$

$$P_{ex} = 971 \times 10^4 / 21,65^2 = 20715,882 \text{ kips} = 92144,24 \text{ KN}$$

$$P_{ey} = 971 \times 10^4 / 22,14^2 = 19809,0659 \text{ kips} = 88031,18 \text{ KN}$$

$$P_u = P_x + P_y + W_k = 1817,62 + 4598,83 + 252 = 6668,45 \text{ KN}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{6668,45}{18297,7376} = 0,36 \geq 0,2 \quad , \text{ maka rumus yang digunakan adalah}$$

formula :

$$C_{mx} = 0,6 - 0,4 \cdot (M_1/M_2) = 0,6 + 0,4 (990,43/1221,33) = 0,9244$$

$$B_{1X} = \frac{C_{mx}}{\left(1 - \frac{P_u}{P_{ex}}\right)} = \frac{0,9244}{\left(1 - \frac{6668,45}{92049,3469}\right)} = 0,9966 \leq 1, \text{ maka } B_{1X} = 1$$

$$M_{ux} = B_{1X} \cdot M_{nt} + B_{2X} \cdot M_{lt}$$

$$= 1 \cdot (1221,33) + 0 = 1221,33 \text{ KN-m}$$

$$C_{my} = 0,6 - 0,4 \cdot (M_1/M_2) = 0,6 + 0,4 (387,98/561,06) = 0,8766$$

$$B_{1Y} = \frac{C_{my}}{\left(1 - \frac{P_u}{P_{ey}}\right)} = \frac{0,8766}{\left(1 - \frac{6668,45}{88110,7251}\right)} = 0,9484 \leq 1, \text{ maka } B_{1Y} = 1$$

$$M_{uy} = B_{1Y} \cdot M_{nt} + B_{2Y} \cdot M_{lt}$$

$$= 1 \cdot (561,06) + 0 = 561,06 \text{ KN-m}$$

Cek terhadap interaksi aksial momen dengan rumus LRFD H1-1b

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$\frac{6668,45}{18297,7376} + \frac{8}{9} \left( \frac{1221,33}{3498,48} + \frac{561,06}{2128,92} \right) = 0,909 \leq 1,0$$

Keterangan : Profil W14×283 encased 24"×24" aman terhadap interaksi gaya aksial dan momen lentur.

**Tabel 11. Kontrol Kapasitas Kolom**

Penempatan	TIPE A		TIPE B		TIPE C		TIPE D	
	Membujur	Melintang	Membujur	Melintang	Membujur	Melintang	Membujur	Melintang
P (KN)	4311,14	1425,91	1817,62	4598,83	6489,69	1782,42	3841,75	4896,42
M1 (KN-m)	1178,19	444,91	561,06	1221,33	1234,82	573,41	744,16	1258,35
M2 (KN-m)	963,84	295,22	387,95	990,43	966,56	347,38	572,9	1013,61
Pu (KN)	5963,85		6668,45		8545,11		9015,37	
K	1,3	1,41	1,35	1,32	1,34	1,47	1,31	1,36
KL (ft)	21,33	23,13	22,15	21,65	21,98	24,11	21,49	22,31
Profil	W12X252, encased 22"X24"		W14X283, encased 24"X24"		W14X311, encased 24"X26"		W14X342, encased 24"X26"	
$\phi P_n$ (KN)	15786,6192		18295,736		19545,8019		21503,9227	
$\phi b M_n$ (KN-m)	2834,04	1600,08	2123,92	3498,48	3918,84	2332,32	2495,04	4271,4
Pe (KN)	84859,95	60609,55	88031,18	92144,24	115085,18	81110,34	111724,89	121535,89
Pu / $\phi P_n$	0,3778		0,3678		0,4372		0,4192	
Cm	0,9272	0,8654	0,8766	0,9244	0,9131	0,8423	0,9079	0,9222
$\beta_1$	0,9973	0,9599	0,9484	0,9965	0,9863	0,9415	0,9876	0,9961
Mu (KN-m)	1178,19	444,91	561,06	1221,33	1234,82	573,41	744,16	1258,35
Kontrol Kolom	0,9945		0,9124		0,9358		0,9462	



## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

#### **6.1. Pendahuluan**

Pembahasan dilakukan dengan cara membandingkan hasil desain stuktur dari beberapa tipe penempatan balok anak yang sudah ditabelkan dengan menganalisis hal-hal yang mempengaruhinya, sehingga diperoleh struktur yang ekonomis dan efisien. Dalam pembahasan ini dapat diambil beberapa hal pokok, yaitu :

- Tinjauan gaya-gaya
- Jarak antar balok (  $b_0$  )
- Distribusi pembebanan

Dalam membandingkan beberapa tipe penempatan tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung dari desain dan hasil desain yang digunakan dalam perencanaan. Hal ini disebabkan adanya beberapa data yang tidak sama, yang menyebabkan terjadinya variabel. Data-data tersebut dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu :

1. Kelompok data perencanaan yang tetap.
2. Kelompok data perencanaan yang merupakan variabel.
3. Kelompok data perencanaan yang besarnya mengikuti hasil perhitungan berdasarkan perubahan variabel.

Yang termasuk dalam kelompok data perencanaan yang tetap adalah tegangan leleh baja profil ( $F_y$ ), tegangan leleh baja tulangan ( $F_{yt}$ ), berat volume beton ( $\gamma_b$ ), beban mati setelah beton mengeras ( $q_{LD}$ ), beban hidup lantai dan atap ( $q_{LL}$ ), modulus elastis baja ( $E_s$ ), kuat tekan karakteristik beton ( $f'_c$ ), koefisien gempa dasar ( $C$ ), faktor keutamaan gedung ( $I$ ) dan faktor jenis struktur ( $K$ ). Kemudian yang termasuk dalam kelompok data perencanaan yang merupakan variabel adalah jarak antar balok ( $b_o$ ) dan tipe penempatan balok anak dengan distribusi bebannya ( $w_{eq}$ ). Sedangkan kelompok data perencanaan yang besarnya mengikuti hasil hitungan berdasarkan variabel adalah panjang bentang balok anak, profil, beban mati sebelum beton mengeras ( $w_D$ ), tebal pelat ( $t_s$ ) dan lebar efektif balok ( $b_E$ ).

## 6.2. Tinjauan Gaya-Gaya

Gaya-gaya yang terjadi pada struktur yang dibebani oleh beban mati, beban hidup, dan beban gempa dianalisa dengan menggunakan program komputer yakni “*Struktur Analisis Program*” (SAP90), yang dapat menghasilkan gaya aksial, gaya geser, momen lentur, dan defleksi.

Sedangkan untuk mendapatkan beban rencana, maka sesuai dengan LRFD A4-1, gaya-gaya yang diakibatkan oleh tiga jenis pembebanan tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan gaya-gaya maksimum yang terjadi sesuai dengan realita di lapangan. Dari analisa mekanika struktur dengan SAP90 diperoleh kombinasi maksimum rata-rata adalah kombinasi beban mati, beban hidup dan beban gempa ( $1,2 D + 0,5 L \pm 1,5 E$ ).

### 6.3. Jarak antar Balok ( $bo$ )

Jarak antar balok (sisi pelat arah memendek) dapat mempengaruhi tebal pelat minimum (  $ts$  ) untuk penulangan satu arah. Sesuai dengan peraturan SK SNI T-15-1991-03 {kutipan tabel 3.2.5(a)} memberikan batasan tebal pelat minimum sebagai berikut :

$$h_{\text{minimum}} = \frac{L_x}{24}$$

Dimana  $L_x$  adalah jarak / bentang balok yang terpendek

Tabel 12. Pengaruh jarak antar balok terhadap tebal pelat

Tipe	Pelat	Jarak antar balok atau Sisi pelat arah pendek ( m )	Sisi pelat arah panjang ( m )	Tebal ( ts ) ( m )
A	Atap	3,00	9	0,125
	Lantai	3,00	9	0,125
B	Atap	3,00	15	0,125
	Lantai	3,00	15	0,125
C	Atap	3,75	9	0,160
	Lantai	3,75	9	0,160
D	Atap	4,50	15	0,190
	Lantai	4,50	15	0,190

Berdasarkan tabel 12. dapat diketahui bahwa tebal pelat yang ideal yaitu 0,125 m, dengan jarak balok anak adalah 3 m. Hal ini disebabkan karena dalam rumus tebal pelat minimum (  $ts$  ) terdapat variabel  $bo$  yang berbanding lurus dengan  $ts$ . Sehingga semakin panjang jarak balok anak, maka semakin tebal pelat yang dibutuhkan.

Di samping itu sisi pelat arah memanjang disarankan jangan terlalu besar. Hal ini dimaksudkan agar mengurangi defleksi atau lendutan yang terjadi pada pelat, serta meningkatkan kemampuannya pada beban layanan.

#### 6.4. Distribusi Pembebanan

Metode distribusi pembebanan yang digunakan adalah metode amplop, sehingga dari keempat tipe penempatan balok anak dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C), dan penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D).

##### 1. Penempatan Balok Anak arah Melintang

Pada penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C), balok anak dan balok induk melintang menahan beban merata dari pelat, sedangkan balok induk arah membujur menahan beban merata pelat dan beban titik dari balok anak, seperti terlihat dari gambar 4.1 dan 4.3 . Perbedaan dari penempatan balok anak pada tipe A dan C adalah pada jarak antar balok, sehingga tebal pelatnya berbeda, seperti terlihat pada tabel 12. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi pembebanan serta hasil desain balok anak, balok induk dan kolom ikut berbeda, seperti terlihat pada tabel 13, 14 dan 15 berikut ini.

Tabel 13. Distribusi beban dan dimensi balok anak

Tipe	Balok Anak	Panjang ( m )	Profil	Beban ( KN/m )
A	Atap	9	W12X22	15,3067
	Lantai	9	W16X31	24,6434
C	Atap	9	W14X26	21,5983
	Lantai	9	W18X35	32,9828

Tabel 14. Distribusi beban dan dimensi balok induk

Tipe	Balok	Bentang (m)	Profil	Beban Merata (kN/m)	Beban Titik (kN)
A	Atap	9	W14X34	15,4567	-
		15	W33X118	12,17	137,76
	Lantai	9	W24X68	35,2934	-
		15	W33X221	30,03	221,79
C	Atap	9	W14X38	21,7980	-
		15	W36X135	17,1	194,3813
	Lantai	9	W24X76	43,6528	-
		15	W36X230	36,4	296,8458

Tabel 15. Distribusi beban dan dimensi kolom

Tipe	Portal	Berat bangunan ( kN )	Gaya Geser Horisontal ( kN )	Profil Kolom
A	Membujur	18258,3	1278,08	W12X252, encased 22"X24"
	Melintang	5028,21	351,97	
C	Membujur	19808,219	1386,57	W14X311, encased 24"X26"
	Melintang	6265,05	438,55	

Pada tabel 15 dapat diketahui bahwa portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan portal arah melintang, sehingga posisi kolom terutama sumbu kuat kolom akan lebih menguntungkan bila ditempatkan searah dengan portal yang menahan beban terbesar, yaitu portal arah membujur.

## 2. Penempatan Balok Anak arah Membujur

Pada penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D), balok anak dan balok induk membujur menahan beban merata dari pelat, sedangkan balok induk melintang menahan beban merata pelat dan beban titik dari balok anak, seperti terlihat dari gambar 4.2 dan 4.4. Perbedaan dari penempatan balok anak pada tipe B dan D adalah pada jarak antar balok, sehingga tebal pelatnya berbeda, seperti terlihat pada tabel 12. Hal inilah yang menyebabkan kombinasi pembebanan serta hasil desain balok anak, balok induk dan kolom ikut berbeda, seperti terlihat pada tabel 16, 17, dan 18 berikut ini.

Tabel 16. Distribusi beban dan dimensi balok anak

Tipe	Balok Anak	Panjang ( m )	Profil	Beban ( kN/m )
B	Atap	15	W18X46	16,0236
	Lantai	15	W24X68	25,8364
D	Atap	15	W24X62	30,4828
	Lantai	15	W27X84	44,5135

Tabel 17. Distribusi beban dan dimensi balok induk

Tipe	Balok	Bentang (m)	Profil	Beban Merata (kN/m)	Beban Titik (Kn)
B	Atap	9	W27X84	16,3736	-
		15	W21X62	11,67	240,354
	Lantai	9	W36X150	36,3364	-
		15	W30X108	28,93	387,546
D	Atap	9	W27X94	21,53	457,242
		15	W27X84	30,6328	-
	Lantai	9	W36X150	41,9	667,7025
		15	W33X141	55,3635	-

Tabel 18. Distribusi beban dan dimensi kolom

Tipe	Portal	Berat bangunan ( kN )	Gaya Geser Horisontal ( Kn )	Profil Kolom
B	Membujur	7853,76	549,76	W14X283, encased 24"X24"
	Melintang	15070,76	1045,95	
D	Membujur	11788,614	825,20	W14X342, encased 24"X26"
	Melintang	15468,28	1082,78	

Pada tabel 18 dapat diketahui bahwa portal arah melintang menahan beban dan gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan portal arah membujur, sehingga posisi kolom terutama sumbu kuat kolom akan lebih menguntungkan bila ditempatkan searah dengan portal yang menahan beban terbesar, yaitu portal arah melintang.

### 6.5. Pengaruh Penempatan Balok Anak terhadap Portal

Portal yang digunakan adalah portal bergoyang ( *unbraced frame* ), yang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu portal arah melintang, dan portal arah membujur. Namun untuk lebih memperlihatkan kelebihan dan kekurangannya, maka dalam pembahasannya berupa gabungan portal tersebut, yaitu :

#### 6.5.1. Akibat penempatan balok anak arah melintang

Secara umum, penempatan balok anak arah melintang (tipe A dan C) mempunyai persamaan, yaitu dimensi balok anak menjadi lebih kecil karena hanya menahan beban merata dari pelat dan bentangnya hanya 9 m. Sedangkan dimensi balok induk membujur menjadi lebih besar daripada balok induk melintang, karena balok induk melintang hanya menahan beban merata dari pelat

saja, sedangkan balok induk membujur menahan beban merata dari pelat dan balok anak seperti pada gambar 4.1. dan 4.3.

Dimensi kolom menjadi lebih ekonomis, karena pada portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar daripada portal arah melintang, sehingga posisi sumbu kuat kolom searah portal membujur.

Namun akibat perbedaan jarak antar balok anak untuk tipe A dan C, maka seluruh hasil desain strukturnya turut berbeda, sehingga dari kedua tipe tersebut yang paling ekonomis adalah tipe A.

#### **6.5.2. Akibat penempatan balok anak arah membujur**

Secara umum, penempatan balok anak arah membujur (tipe B dan D) mempunyai persamaan, yaitu dimensi balok anak menjadi lebih besar karena menahan beban merata dari pelat dan bentangnya 15 m. Sedangkan dimensi balok induk melintang menjadi lebih besar daripada balok induk membujur, karena balok induk membujur hanya menahan beban merata dari pelat saja, sedangkan balok induk melintang menahan beban merata dari pelat dan balok anak seperti pada gambar 4.1. dan 4.3.

Portal arah membujur menahan beban dan gaya geser yang lebih besar daripada portal arah melintang, sehingga posisi sumbu kuat kolom searah portal membujur.

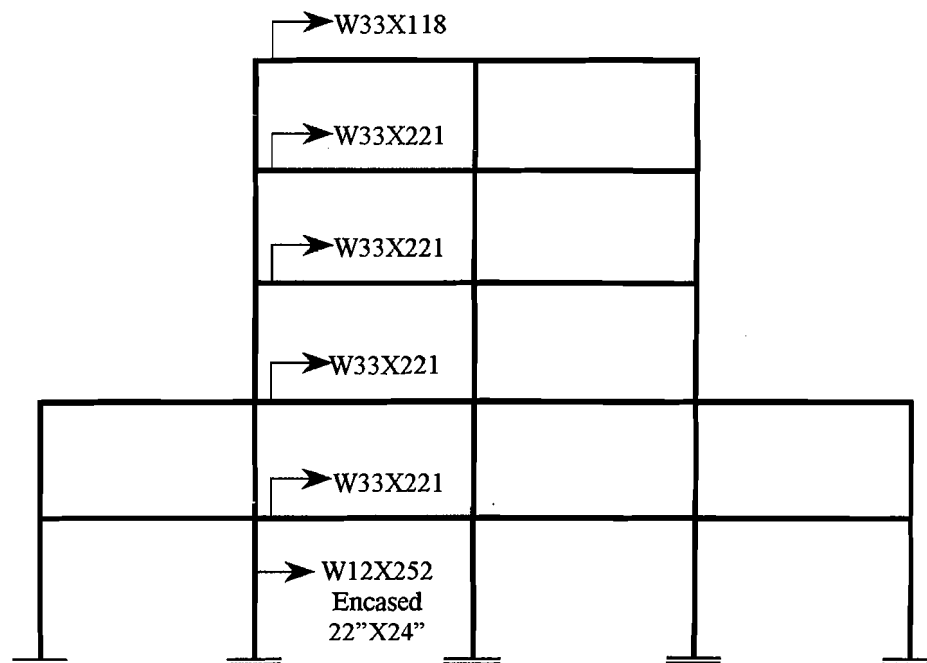
Namun akibat perbedaan jarak antar balok anak untuk tipe B dan D, maka seluruh hasil desain strukturnya turut berbeda, sehingga dari kedua tipe tersebut yang paling ekonomis adalah tipe B.



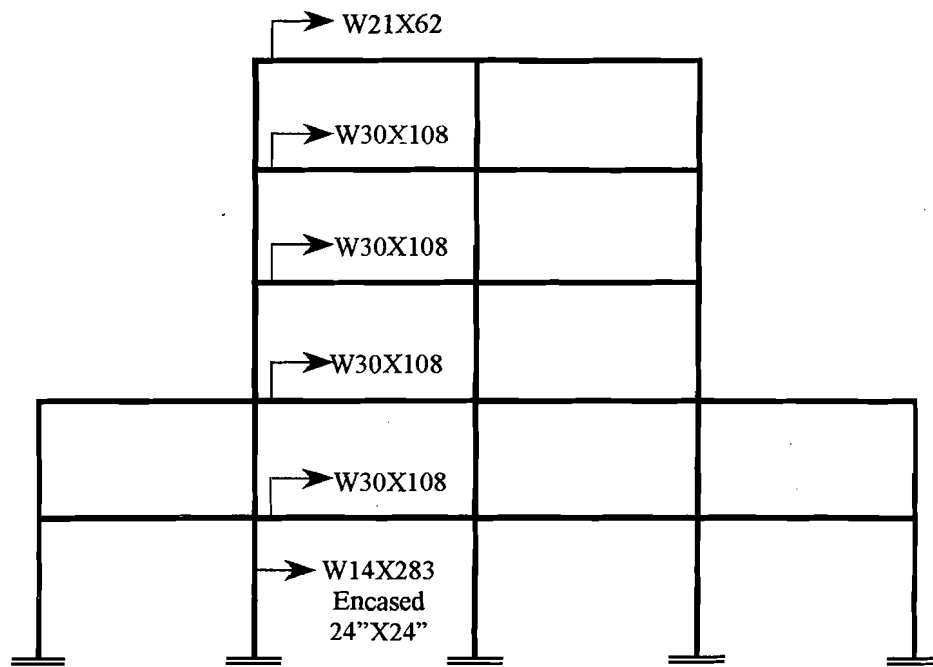
### 6.6. Pemilihan Tipe Penempatan Balok Anak

Untuk mendapatkan tipe penempatan balok anak yang paling ideal dari keempat tipe yang berbeda cukup sulit, karena itu keputusan yang paling utama adalah menentukan apakah dari keempat tipe tersebut ada yang dapat membuat struktur menjadi lebih ekonomis dan tidak melupakan segi estetika, serta dapat mempermudah pada waktu pelaksanaan.

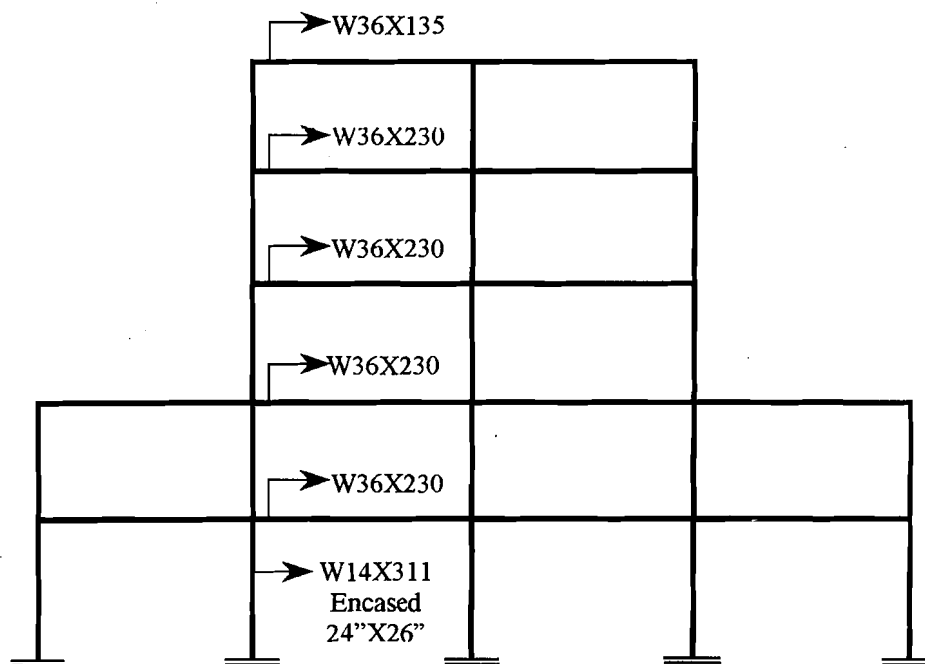
Pada prinsipnya masing-masing tipe penempatan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Oleh karena itu sebagai pembandingan antara tipe yang satu dengan yang lainnya adalah dengan memperhatikan dimensi dan berat profilnya, seperti terlihat pada gambar berikut ini :



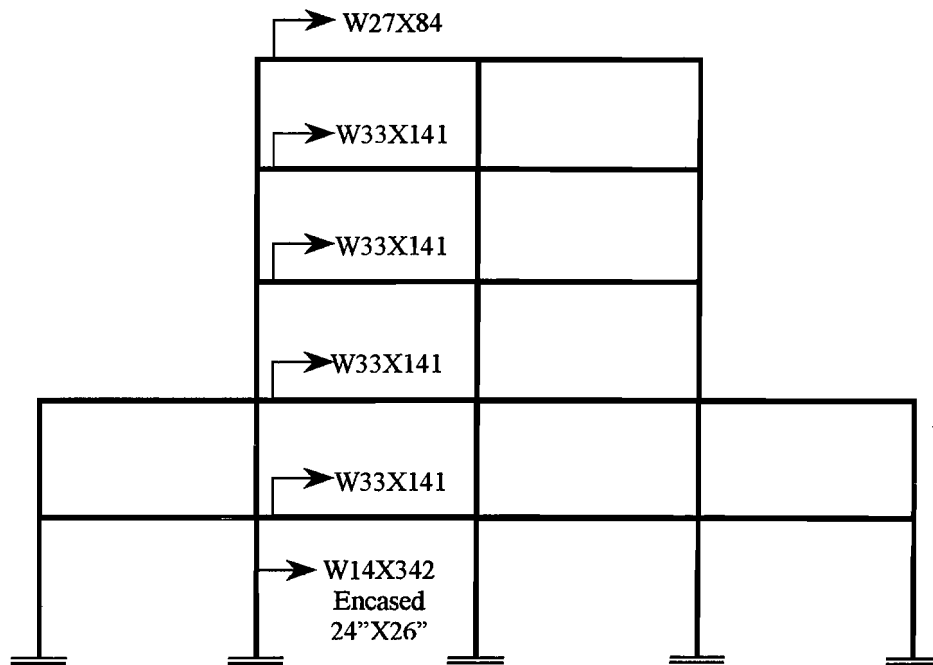
Gambar 6.1. Dimensi Portal Membujur Tipe A



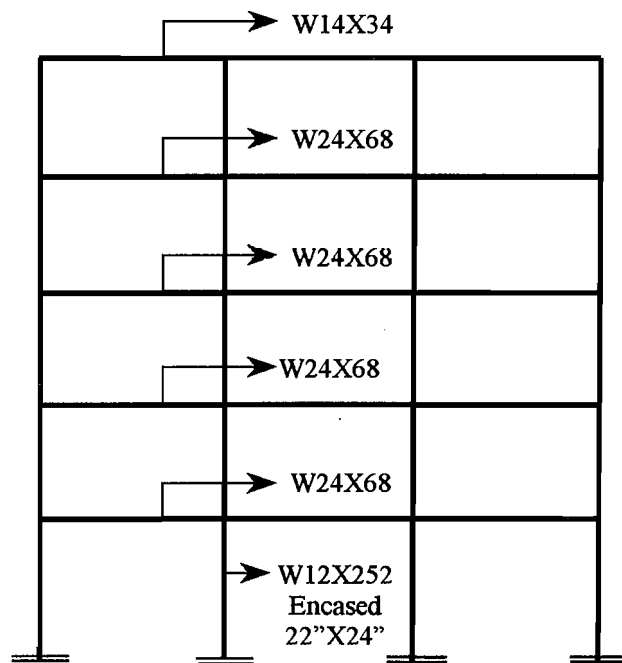
Gambar 6.2. Dimensi Portal Membujur Tipe B



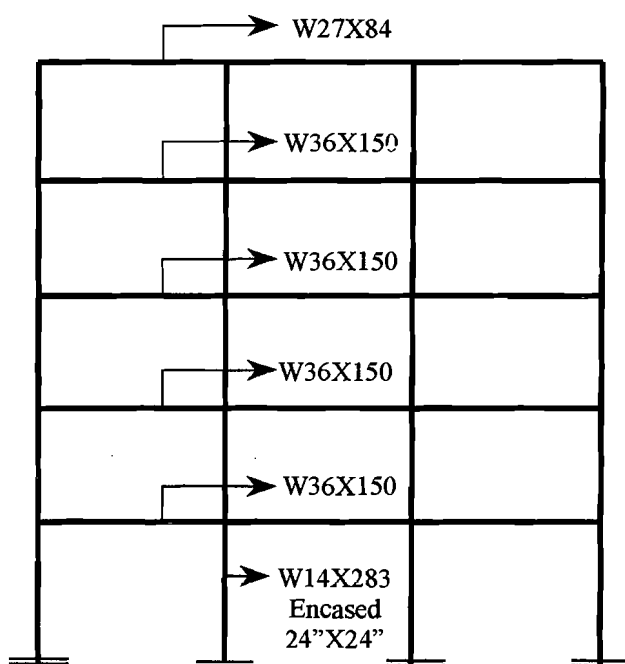
Gambar 6.3. Dimensi Portal Membujur Tipe C



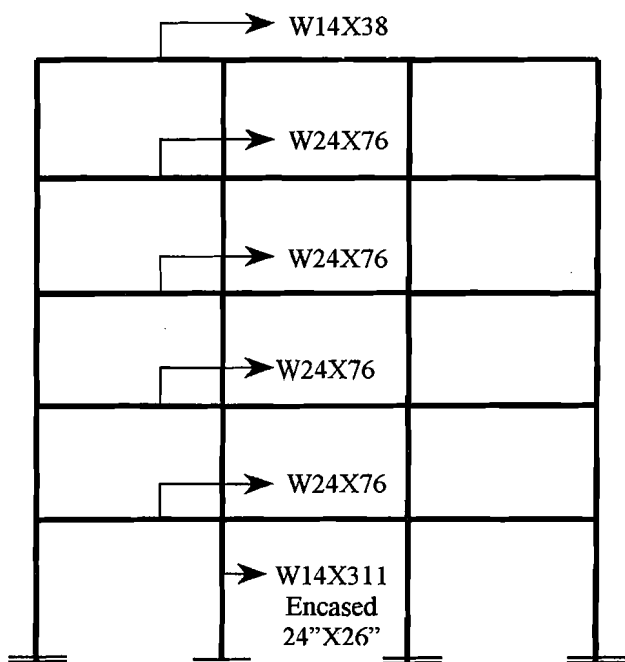
Gambar 6.4. Dimensi Portal Membujur Tipe D



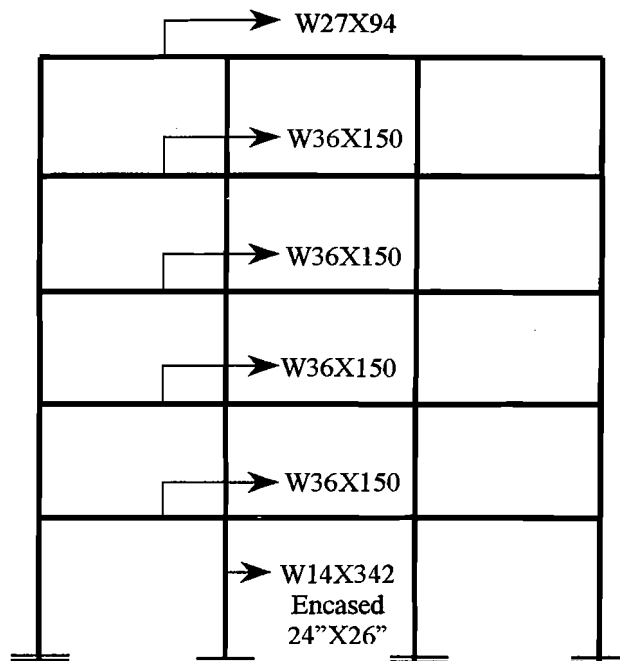
Gambar 6.5. Dimensi Portal Melintang Tipe A



Gambar 6.6. Dimensi Portal Melintang Tipe B



Gambar 6.7. Dimensi Portal Melintang Tipe C



Gambar 6.8. Dimensi Portal Melintang Tipe D

Dari uraian di atas terlihat bahwa dari keempat tipe penempatan tersebut tinggal dua tipe yang dapat dibandingkan, yaitu tipe A dan tipe B, seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 19. Kelebihan dan kekurangan tipe A dan B

No	Tipe A	Tipe B
1	Dimensi pelatnya kecil	Dimensi pelatnya kecil
2	Dimensi balok anak kecil	Dimensi balok anak lebih besar
3	Bentang balok anak pendek	Bentang balok anak lebih panjang
4	Dimensi balok induk melintang kecil	Dimensi balok induk melintang besar
5	Dimensi balok induk membujur besar	Dimensi balok induk membujur kecil
6	Dimensi kolom kecil	Dimensi kolom lebih besar

Banyaknya variabel yang terjadi menyebabkan sulitnya menentukan tipe penempatan yang terbaik. Oleh karena itu berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa penempatan balok anak tipe A merupakan tipe penempatan yang paling ideal.

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisa tentang penempatan balok anak pada portal dengan menggunakan metode LRFD 86 pada struktur gedung bertingkat, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jarak balok anak dapat mempengaruhi tebal pelat (  $t_s$  ) dan dimensi struktur lainnya.
2. Bentang balok anak yang baik adalah bentang yang sama dengan bentang balok induk yang terpendek.
3. Sumbu kuat kolom searah dengan portal yang menahan beban-beban terbesar.
4. Penempatan balok anak dapat mempengaruhi distribusi beban-beban pada portal, sehingga dimensi dari masing-masing elemen struktur juga berbeda.
5. Dari keempat tipe penempatan balok anak tersebut, tipe A lebih efisien dibandingkan dengan tipe-tipe yang lain.

## 7.2. Saran-saran

Untuk melaksanakan studi lebih lanjut tentang pengaruh penempatan balok anak pada portal dengan menggunakan metode LRFD, perlu mempertimbangkan beberapa hal, antara lain :

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya variabel-variabel pembandingnya dikurangi.
2. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang biaya yang diperlukan untuk masing-masing penempatan.



## DAFTAR PUSTAKA

1. AISC. Manual of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design, Chicago II : American Institute of Steel Construction, 1986.
2. Salmon, C.G, & Johnson, J.E, Struktur Baja : Desain dan perilaku 1 ; dengan penekanan pada Load and Resistance Factor Design, edisi ketiga, P.T. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 1996.
3. Salmon, C.G, & Johnson, J.E, Struktur Baja : Desain dan perilaku 2 ; dengan penekanan pada Load and Resistance Factor Design, edisi ketiga, P.T. Gramedia Pustaka Utama Jakarta, 1996.
4. Yayasan Dana Normalisasi, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, Bandung, DPMB Departemen Pekerjaan Umum RI, 1983.
5. Yayasan Badan Penerbit PU, Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum, 1987.
6. Wilson, Edward.L, dan Habibullah, Ashraf, SAP90<sup>TM</sup> A Series of Computers Programs for Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structure User Manual, Computer & Structures, inc. USA, 1990.
7. Schaum's, Structure Steel Design – LRFD, McGraw–Hill Inc, 1991.
8. Yayasan LPMB, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SK SNI T15-1991-03, Bandung, Departemen Pekerjaan Umum, 1991.
9. Kusuma, Gideon, & Vis, W.C, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Jakarta, Penerbit Erlangga, 1994.

DESAIN PELAT DAN  
BATOK ANAK

<b>PELAT ATAP</b>				
<b>Tipe</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Ly (m)	9	15	9	15
Lx (m)	3	3	3,75	4,5
$\beta = Ly/Lx$	3	5	2,4	3,33
Tebal plat (h = mm)	125	125	160	190
d (mm)	99	99	134	164
W <sub>L</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	1			
W <sub>D</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	4,16	4,16	5	5,72
W <sub>U</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	6,592	6,592	7,6	8,464
M <sub>U</sub> <sup>+</sup> (KN-m)	5,3934	5,3934	9,7159	15,5814
M <sub>U</sub> <sup>-</sup> (KN-m)	5,9328	5,9328	10,6875	17,1396
<b>Perhitungan Tulangan Pokok</b>				
Mn (KN-m)	7,416	7,412	13,3594	21,4245
$\beta_1$	0,85			
$\rho$ max	0,0195			
$\rho$ min	0,0035			
m	19,6078			
Rn	0,7566	0,7566	0,744	0,7966
$\rho$ perlu	0,00193	0,00193	0,00189	0,002
Dipakai $\rho$	0,0035			
As perlu (mm <sup>2</sup> )	346,5	346,5	469	574
Jarak tulangan (mm)	250	250	200	150
Luas tul./m	452	452	565	753
Jumlah tul./m	4	4	5	7
Dipakai tul.	Ø12-250	Ø12-250	Ø12-200	Ø12-150
<b>Kontrol Geser</b>				
Vu (KN)	11,3712	11,3712	16,3875	21,9006
Vc (KN)	80,8332	80,8332	109,4105	133,9054
ØVc (KN)	48,5	48,5	65,6463	80,3432
<b>Kontrol Kapasitas</b>				
a (mm)	8,8627	8,8627	11,0784	14,7647
Mn (KN-m)	21,7988	21,7988	29,0321	47,1732

Tulangan Susut				
As susut (mm <sup>2</sup> )	225	225	288	342
Jarak tul.	223	223	174	146
Dipakai tul.	Ø8 – 200	Ø8 – 200	Ø8 – 150	Ø8 – 150

PELAT LANTAI				
Tipe	A	B	C	D
Ly (m)	9	15	9	15
Lx (m)	3	3	3,75	4,5
$\beta = Ly/Lx$	3	5	2,4	3,33
Tebal plat (h = mm)	125	125	160	190
d (mm)	99	99	135	164
W <sub>L</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	4			
W <sub>D</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	4,34	4,34	5,18	5,9
W <sub>U</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	11,608	11,608	12,616	13,48
M <sub>U</sub> <sup>+</sup> (KN-m)	9,4974	9,4974	16,1284	24,8154
M <sub>U</sub> <sup>-</sup> (KN-m)	10,4472	10,4472	17,7412	27,297
Perhitungan Tulangan Pokok				
Mn (KN-m)	13,059	13,059	22,1765	34,1212
$\beta_1$	0,85			
$\rho$ max	0,0195			
$\rho$ min	0,0035			
m	19,6078			
Rn	1,3324	1,3324	1,235	1,2686
$\rho$ perlu	0,00345	0,00345	0,0032	0,0033
Dipakai $\rho$	0,0035			
As perlu (mm <sup>2</sup> )	346,5	346,5	469	574
Jarak tulangan (mm)	326	326	240	196
Luas tul./m	452	452	565	753
Jumlah tul./m	4	4	5	7
Dipakai tul.	Ø12-250	Ø12-250	Ø12-200	Ø12-150

<b>Kontrol Geser</b>				
Vu (KN)	20,0238	20,0238	27,2032	34,8795
Vc (KN)	80,8332	80,8332	109,4105	133,9054
ØVc(KN)	48,5	48,5	65,6463	80,3432
<b>Kontrol Kapasitas</b>				
a (mm <sup>2</sup> )	8,8627	8,8627	11,0784	14,7647
Mn	17,098	17,098	29,0321	47,1732
<b>Tulangan Susut</b>				
As susut (mm <sup>2</sup> )	225	225	288	342
Jarak tui.	223	223	174	146
Dipakai tul.	Ø8 – 200	Ø8 – 200	Ø8 – 150	Ø8 – 125

<b>BALOK ANAK ATAP</b>				
<b>TIPE</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>L</b>	9 m 29,52 ft	15 m 49,21 ft	9 m 29,52 ft	15 m 49,21 ft
<b>ts ( in )</b>	4,92	4,92	6,299	7,48
<b>Wblk asumsi</b>	0,4 KN/m	0,75 KN/m	0,4 KN/m	1,15 KN/m
<b>W<sub>D</sub></b>	9,0667 KN/m 0,6212 K/ft	9,63 KN/m 0,6598 K/ft	13,9667 KN/m 0,957 K/ft	21,0544 KN/m 1,4426 K/ft
<b>W<sub>LD</sub></b>	3,3511 KN/m 0,2296 K/ft	3,4336 KN/m 0,2353 K/ft	4,0983 KN/m 0,2808 K/ft	5,0634 KN/m 0,3469 K/ft
<b>W<sub>LL</sub></b>	2,8889 KN/m 0,1979 K/ft	2,96 KN/m 0,2028 K/ft	3,533 KN/m 0,2421 K/ft	4,365 KN/m 0,2991 K/ft
<b>W<sub>u</sub> (KN/m)</b>	19,5236	20,4123	27,3304	38,3254
<b>Mu</b>	197,676 KN-m 145,8058 K-ft	574,0965 KN-m 423,4536 K-ft	276,7233 KN-m 204,1111 K-ft	1077,901 KN-m 795,0596 K-ft
<b>b<sub>E</sub></b>	225 cm 88,58 in	300 cm 118 in	225 cm 88,58 in	375 cm 147 in
<b>Profil</b>	W12X22	W18X46	W14X26	W24X62
<b>ΣQn (kips)</b>	233	486	277	655
<b>a (in)</b>	0,8842	1,3844	1,0511	1,4947
<b>Y<sub>2</sub></b>	4,4779	4,2278	5,7734	6,7311
<b>ØMn &gt; Mu</b>	175,6464 K-ft	456,7452 K-ft	249,468 K-ft	863,58 K-ft
<b>I<sub>lb</sub> (in<sup>4</sup>)</b>	522,49	1901	867,79	4698
<b>Cek lendutan</b>				
<b>Δ<sub>L</sub> (in)</b>	0,4813	1,0469	0,3544	0,6246
<b>Δ<sub>L</sub> &lt; L/360</b>	0,9842	1,6404	0,9842	1,6404
<b>Cek geser</b>				
<b>Vu (kips)</b>	19,75	34,4151	27,6477	64,6166
<b>ØVn (kips)</b>	62,2197	126,3911	68,9546	198,4474
<b>Disain shear conektor</b>				
<b>Vh 1 (kips)</b>	1296,54	1727,17	1659,95	3271,19
<b>Vh 2 (kips)</b>	233,28	486	276,84	655,2
<b>Dipakai Vh</b>	233,28	486	276,84	655,2
<b>Σ stud (n)</b>	9,88 ≈ 10	20,59 ≈ 22	11,73 ≈ 12	27,76 ≈ 28

Jarak stud	90 cm	68,2 cm	75 cm	53,57 cm
Digunakan stud	20 - $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 90 cm	44 - $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 68,2 cm	24 - $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 75 cm	56 - $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 53,57 cm
<b>Cek berat balok</b>				
Wblk	0,3209 KN/m	0,6711 KN/m	0,3793 KN/m	0,9046 KN/m
Wtaksir	0,4 KN/m	0,75 KN/m	0,4 KN/m	1,15 KN/m

<b>BALOK ANAK LANTAI</b>				
TIPE	A	B	C	D
L	9 m 29,52 ft	15 m 49,21 ft	9 m 29,52 ft	15 m 49,21 ft
ts (in)	4,92	4,92	6,299	7,48
Wblk asumsi	0,55 KN/m	1,15 KN/m	0,55 KN/m	1,3 KN/m
W <sub>D</sub>	9,2167 KN/m 0,6315 K/ft	10,03 KN/m 0,6872 K/ft	14,1167 KN/m 0,9673 K/ft	21,2044 KN/m 1,4529 K/ft
W <sub>LD</sub>	3,8711 KN/m 0,2652 K/ft	3,9664 KN/m 0,2718 K/ft	4,7342 KN/m 0,3244 K/ft	5,8491 KN/m 0,4008 K/ft
W <sub>LL</sub>	11,5556 KN/m 0,7918 K/ft	11,84 KN/m 0,8113 K/ft	14,1319 KN/m 0,9683 K/ft	17,46 KN/m 1,1963 K/ft
W <sub>u</sub> (KN/m)	34,1942	35,7397	45,2322	60,002
M <sub>u</sub>	346,2165 KN-m 255,3693 K-ft	1005,178 KN-m 741,4197 K-ft	457,9755 KN-m 337,8028 K-ft	1698,756 KN-m 1253,0021 K-ft
b <sub>E</sub>	225 cm 88,58 in	300 cm 118 in	225 cm 88,58 in	375 cm 147 in
Profil	W16X31	W24X68	W18X35	W27X84
ΣQn (kips)	328	724	371	893
a (in)	1,2447	2,0624	1,4078	2,0419
Y <sub>2</sub>	4,2976	3,8888	5,5951	6,459
ØM <sub>n</sub> > M <sub>u</sub>	284,5472 K-ft	807,44 K-ft	379,4726 K-ft	1256,8 K-ft
I <sub>b</sub> (in <sup>4</sup> )	1059,76	4324,42	1585,22	7720,8

<b>Cek lendutan</b>				
$\Delta_L$ (in)	0,5867	1,1377	0,4797	0,9397
$\Delta_L < L/360$ (in)	0,9842	1,6404	0,9842	1,6404
<b>Cek geser</b>				
Vu (kips)	34,5908	60,2571	45,7569	101,8347
$\phi V_n$ (kips)	84,8945	191,4441	103,2264	238,8515
<b>Disain shear conektor</b>				
Vh 1 (kips)	1296,5455	1727,166	1659,9471	3271,191
Vh 2 (kips)	328,32	723,6	370,8	892,8
Dipakai Vh	328,32	723,6	370,8	892,8
$\Sigma$ stud (n)	13,91 $\approx$ 14	30,66 $\approx$ 32	15,71 $\approx$ 16	37,83 $\approx$ 38
Jarak stud	64,29 cm	46,87 cm	56,25 cm	39,47 cm
Digunakan stud	28 – $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 64,29 cm	64 – $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 46,87 cm	32 – $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 56,25 cm	76 – $\frac{3}{4}$ "x3" spasi 39,47 cm
<b>Cek berat balok</b>				
Wbalok	0,45 KN/m	0,99 KN/m	0,51 KN/m	1,23 KN/m
W taksir	0,55 KN/m	1,15 KN/m	0,55 KN/m	1,3 KN/m



DESAIN BALOK INDUK,  
KOLOM, DAN PORTAL

**DESAIN BALOK TYPE A**

ata :			W12X22	Wblk anak atap(BAA)	0,4 KN/m <sup>2</sup>
	Tebal Plat	0,125 m	W14X34	Wblk indk Atp membujur	0,55 KN/m <sup>2</sup>
	Ly	9 m	W33X118	Wblk indk Atp melintang	1,85 KN/m <sup>2</sup>
	Lx	3 m	W16X31	Wbalok Anak Lantai	0,55 KN/m <sup>2</sup>
	L	15 m	W24X68	Wblk induk Lt membujur	1,2 KN/m <sup>2</sup>
	Wkolom	10,8 KN/m	W33X221	Wblk induk Lt melintang	3,35 KN/m <sup>2</sup>

**Balok Anak Atap ( 9 m )**

1. Beban Sebelum Beton Mengeras		2. Beban Setelah Beton Mengeras	
erat Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =	3,3511 KN/m
bn Eqvilen (weq)	8,6667 KN/m <sup>2</sup>	Weq2 = WLL =	2,8889 KN/m
bn merata (WD)	9,0667 KN/m		

**Beban Terfaktor**

wu = 19,5236 KN/m

**4. Momen Terfaktor**

Mu = 197,6760 KN-m  
145,8058 K-ft

**Balok Induk Atap Melintang ( 9 m )**

1. Beban Sebelum Beton Mengeras		2. Beban Setelah Beton Mengeras	
erat Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =	3,3511 KN/m
bn Eqivalen (weq)	8,6667 KN/m <sup>2</sup>	Weq2 = WLL =	2,8889 KN/m
bn merata (WD)	9,2167 KN/m		

**Beban Terfaktor**

wu = 19,7036 KN/m

**4. Momen Terfaktor**

Mu = 199,4985 KN-m  
147,1501 K-ft

**Balok Induk Atap Membujur ( 15 m )**

1. Beban Sebelum Beton Mengeras		2. Beban Setelah Beton Mngeras	
bn Terpusat (PD)	81,6 KN	Bbn Terpusat (PLD)	30,16 KN
bn merata (WD)	7,85 KN/m	Bbn Terpusat (PLL)	26 KN
		Bbn Merata (WLD)	2,32 KN/m
		Bbn Merata (WLL)	2 KN/m

**Beban Terfaktor**

wu = 15,404 KN/m  
Pu = 175,712 KN

**4. Momen Terfaktor**

Mu = 2190,3575 KN-m  
1615,6077 K-ft

**Balok Anak Lantai ( 9 m )**

1. Beban Sebelum Beton Mengeras		2. Beban Setelah Beton Mengeras	
erat Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =	3,8711 KN/m
bn Equivalen (weq)	8,6667 KN/m	Weq2 = WLL =	11,5556 KN/m
bn merata (WD)	9,2167 KN/m		

**Beban Terfaktor**

wu = 34,1942 KN/m

**4. Momen Terfaktor**

Mu = 346,2165 KN-m  
255,3693 K-ft

**Balok Induk Lantai Melintang ( 9 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
erat Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>
bn Eivalen (weq)	8,6667 KN/m
bn merata (WD)	9,866667 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Weq1 =	3,8711 KN/m
WLD =	13,8711
Weq2 = WLL =	11,5556 KN/m

**Beban Terfaktor**  
wu = 46,9742 KN/m

**4. Momen Terfaktor**  
Mu = 475,6140 KN-m  
350,8129 K-ft

**Balok Induk Lantai Membujur ( 15 m )**

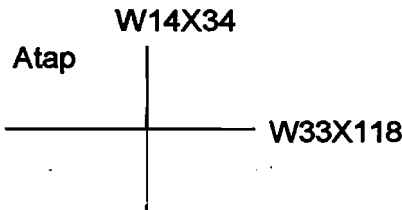
<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
bn Terpusat (PD)	82,95 KN
bn merata (WD)	9,35 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mngeras</b>	
Bbn Terpusat (PLD)	34,84 KN
Bbn Terpusat (PLL)	104 KN
Bbn Merata (WLD)	12,68 KN/m
Bbn Merata (WLL)	8 KN/m

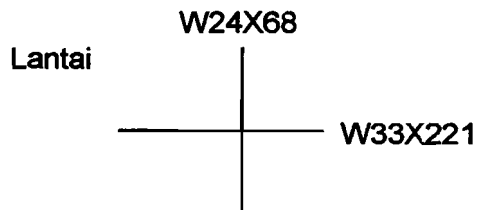
**Beban Terfaktor**  
Pu = 307,748 KN/m  
Wu = 39,236 KN

**4. Momen Terfaktor**  
Mu = 4180,9925 KN-m  
3083,9001 K-ft

Portal	Melintang	Membujur
Balok Atap	W14X34	W33X118
Balok Lt	W24X68	W33X221
kolom	W12X252	



<b>Beban</b>	<b>Portal Membujur</b>
berat merata Atap	10,17 KN/m
berat Atap	111,76 KN
berat merata Atap	2 KN/m
berat Atap	26 KN
berat merata Lantai	22,03 KN/m
berat Lantai	117,79 KN
berat merata Lantai	8 KN/m
berat Lantai	104 KN



<b>Beban</b>	<b>Portal Melintang</b>
berat merata Atap	12,5678 KN/m
berat merata Atap	2,8889 KN/m
berat merata Lantai	23,7378 KN/m
berat merata Lantai	11,5553 KN/m

## DESAIN KOLOM TYPE A

Beban Plat	0,125	m
Balok Anak Atap	0,4	KN/m
Balok Induk Atap Melintang	0,55	KN/m
Balok Induk Atap Membujur	1,85	KN/m
Balok Anak Lantai	0,55	KN/m
Balok Induk Lantai Melintang	1,2	KN/m
Balok Induk Lantai Membujur	3,35	KN/m
Beban kolom	10,8	KN/m

Jmlh balok	4
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	4
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1

### Beban Hidup (PL)

Plat	=	135	KN
Lantai	=	540	KN
Kolom	=	226,8	KN

### Beban Mati (PD)

Plat	=	561,6	KN
Balok	=	47,1	KN
		<hr/>	
		608,7	KN

Plat	=	585,9	KN
Balok	=	80,85	KN
		<hr/>	
		666,75	KN

### Beban Hidup Total Dengan Reduksi

= 2295 KN

### 4. Beban Mati Total (PD)

PD = 3502,5 KN

### Beban Terfaktor (Pu)

Pu = 7875 KN  
1770,3 Kips

**ANALISIS GEMPA**  
**Hitungan Portal Membujur TYPE A**

antai	Atap(LT-5)	LT(3-4)	LT-2	LT-1
VD	305,1	660,9	1321,80	1321,8
D	894,08	942,32	1884,64	1884,64
VL	60	240	480	480
L	208	832	1664	1664
kolom	64,80	129,60	172,8	243,000
V -	1531,98	2804,82	5523,24	5593,44

WT	=	18258,3
V	=	1278,0810

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	1531,98	32171,58	211,956
4	17	2804,82	47681,94	314,14
3	13	2804,82	36462,66	240,23
2	9	5523,24	49709,16	327,4988
1	5	5593,44	27967,2	184,2563
			E(Wi.Hi) =	193992,54

**Hitungan Portal Melintang TYPE A**

antai	Atap(LT-5)	LT(2-4)	LT-1
VD	339,33	640,92	640,92
VL	78	312	312
kolom	86,4	172,8	194,4
V -	503,73	1125,72	1147,32

WT	=	5028,21
V	=	351,9747

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	503,73	10578,33	61,830
4	17	1125,72	19137,24	111,8573
3	13	1125,72	14634,36	85,538
2	9	1125,72	10131,48	59,219
1	5	1147,32	5736,6	33,530
			E(Wi.Hi) =	60218,01

### DESAIN BALOK TYPE B

a :

H Plat (m)	0,125
Ly (m)	15
Lx (m)	3
L (m)	9
Wk(KN/m)	12

W18X46	Wblk anak atap	0,75	KN/m <sup>2</sup>
W21X62	Wblk Indk Atp Membujur	1,1	KN/m <sup>2</sup>
W27X84	Wblk Indk Atp Melintang	1,35	KN/m <sup>2</sup>
W24X68	Wbalok Anak Lantai	1,15	KN/m <sup>2</sup>
W30X108	Wblk Induk Lt Membujur	1,65	KN/m <sup>2</sup>
W36X150	Wblk Induk Lt Melintang	2,25	KN/m <sup>2</sup>

#### Balok Anak Atap ( 15 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>
1 Ekvilen (weq)	8,88 KN/m <sup>2</sup>
1 merata (WD)	9,63 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	3,4336 KN/m
Weq2 = WLL =	2,96 KN/m

Beban Terfaktor  
 $w_u = 20,4123 \text{ KN/m}$

4. Momen Terfaktor  
 $M_u = 574,0965 \text{ KN-m}$   
 $423,4536 \text{ K-ft}$

#### Balok Induk Atap Membujur ( 15 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>
1 Ekvilen (weq)	8,88 KN/m <sup>2</sup>
1 merata (WD)	9,98 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	3,4336 KN/m
Weq2 = WLL =	2,96 KN/m

Beban Terfaktor  
 $w_u = 20,8323 \text{ KN/m}$

4. Momen Terfaktor  
 $M_u = 585,9090 \text{ KN-m}$   
 $432,1665 \text{ K-ft}$

#### Balok Induk Atap Melintang ( 9 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
1 Terpusat (PD)	144,45 KN
1 merata (WD)	7,35 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mngeras	
Bbn Terpusat (PLD)	51,504 KN
Bbn Terpusat (PLL)	44,4 KN
Bbn Merata (WLD)	2,32 KN/m
Bbn Merata (WLL)	2 KN/m

Beban Terfaktor  
 $w_u = 14,804 \text{ KN/m}$   
 $P_u = 306,1848 \text{ KN}$

4. Momen Terfaktor  
 $M_u = 1068,4449 \text{ KN-m}$   
 $788,0850 \text{ K-ft}$

#### Balok Anak Lantai ( 15 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>
Ekvilen (weq)	8,88 KN/m
merata (WD)	10,03 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	3,9664 KN/m
Weq2 = WLL =	11,84 KN/m

Beban Terfaktor  
 $w_u = 35,7397 \text{ KN/m}$

4. Momen Terfaktor  
 $M_u = 1005,1785 \text{ KN-m}$   
 $741,4197 \text{ K-ft}$

**Balok Induk Lantai Membujur ( 15 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
Berat Plat (qp)	3 KN/m <sup>2</sup>
Beban Ekuivalen (weq)	8,88 KN/m
Beban merata (WD)	10,53 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Weq1 =	3,9664 KN/m
WLD =	13,9664
Weq2 = WLL =	11,84 KN/m

**Beban Terfaktor**  
 $w_u = 48,3397 \text{ KN/m}$

**4. Momen Terfaktor**  
 $M_u = 1359,5535 \text{ KN-m}$   
 $1002,8067 \text{ K-ft}$

**Balok Induk Lantai Melintang ( 9 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
Beban Terpusat (PD)	150,45 KN
Beban merata (WD)	8,25 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Bbn Terpusat (PLD)	59,496 KN
Bbn Terpusat (PLL)	177,6 KN
Bbn Merata (WLD)	12,68 KN/m
Bbn Merata (WLL)	8 KN/m

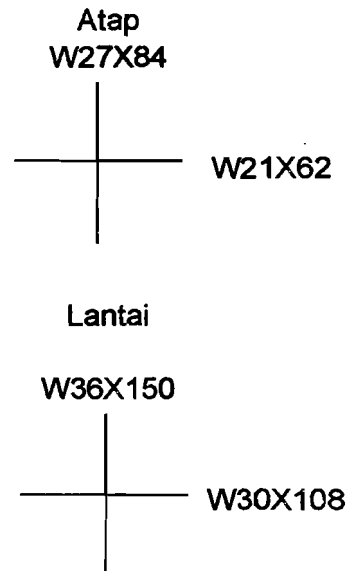
**Beban Terfaktor**  
 $P_u = 536,0952 \text{ KN/m}$   
 $W_u = 37,916 \text{ KN}$

**4. Momen Terfaktor**  
 $M_u = 1992,1851 \text{ KN-m}$   
 $1469,4357 \text{ K-ft}$

Portal	Melintang	Membujur
Balok Atap	W27X84	W21X62
Balok Lt	W36X150	W30X108
Kolom	W14X283 ; 24X24	

<b>Beban</b>	<b>Portal Melintang</b>
Beban merata Atap	9,67 KN/m
Beban Atap	195,954 KN
Beban merata Atap	2 KN/m
Beban Lt Atap	44,4 KN
Beban merata Lantai	20,93 KN/m
Beban Lantai	209,946 KN
Beban merata Lantai	8 KN/m
Beban Lantai	177,6 KN

<b>Beban</b>	<b>Portal Membujur</b>
Beban merata Atap	13,4136 KN/m
Beban merata Atap	2,96 KN/m
Beban merata Lantai	24,4964 KN/m
Beban merata Lantai	11,84 KN/m



## DESAIN KOLOM TYPE B

Tebal Plat	0,125	m
W Balok Anak Atap	0,75	KN/m
Wblk Induk Atap Membujur	1,1	KN/m
Wblk Induk Atap Melintang	1,35	KN/m
W Balok Anak Lantai	1,15	KN/m
Wblk Induk Lantai Membujur	1,65	KN/m
Wblk Induk Lantai Melintang	2,25	KN/m
Wkolom	12	KN/m

Jmlh balok	2
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	2
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1

### 1. Beban Hidup (PL)

PL Atp = 135 KN

PL Lt = 540 KN

W Klm = 252 KN

### 2. Beban Mati (PD)

PD Atp = Plat = 561,6 KN

Balok = 51,15 KN

---

612,8 KN

PD Lt = Plat = 585,9

Balok = 79,5

---

665,40

### 3. Beban Hidup Total Dengan Reduksi

PL = 2295 KN

### 4. Beban Mati Total (PD)

PD = 3526,35 KN

### 5. Beban Terfaktor (Pu)

Pu = 7903,62 KN

1776,7338 Kips



**ANALISIS GEMPA**  
**Hitungan Portal Membujur TYPE B**

Lantai	Atap(LT-5)	LT(3-4)	LT-2	LT-1
WD	402,408	734,892	1469,784	1469,784
WL	88,8	355,2	710,4	710,4
Bkolom	72,00	144,00	192	270,000
W -	563,21	1234,09	2372,18	2450,18

WT	=	7853,76
V	=	549,7632

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	563,21	11827,368	78,86229
4	17	1234,09	20979,564	139,8871
3	13	1234,09	16043,196	106,9725
2	9	2372,18	21349,656	142,3548
1	5	2450,18	12250,92	81,68645
			E(Wi.Hi) =	82450,704

**Hitungan Portal Melintang TYPE B**

Lantai	Atap(LT-5)	LT(2-4)	LT-1
WD	261,09	565,11	565,11
PD	1175,724	1259,676	1259,676
WL	54	216	216
PL	266,4	1065,6	1065,6
Wkolom	96,0	192,0	216,0
W -	1853,214	3298,386	3322,386

WT	=	15070,76
V	=	1054,9531

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	1853,21	38917,494	222,9294
4	17	3298,39	56072,562	321,1981
3	13	3298,39	42879,018	245,6221
2	9	3298,39	29685,474	170,046
1	5	3322,39	16611,93	95,15742
			E(Wi.Hi) =	184166,48

DESAIN BALOK TYPE C

a :

H Plat (m)	0,16
Ly (m)	9
Lx (m)	3,75
L (m)	15
Wk (KN/m)	13

MBJ	W14X26	Wblk Anak Atap	0,4	KN/m <sup>2</sup>
MLT	W14X38	Wblk Indk Atp Melintang	0,6	KN/m <sup>2</sup>
MBJ	W36X135	Wblk Indk Atp Membujur	2,1	KN/m <sup>2</sup>
MLT	W18X35	Wbalok Anak Lantai	0,55	KN/m <sup>2</sup>
MBJ	W24X76	Wblk Indk Lt Melintang	1,22	KN/m <sup>2</sup>
MLT	W36X230	Wblk Indk Lt Membujur	3,45	KN/m <sup>2</sup>

Balok Anak Atap ( 9 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3,84 KN/m <sup>2</sup>
1 Equivalen (weq)	13,5667 KN/m <sup>2</sup>
1 merata (WD)	13,9667 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	4,0983 KN/m
Weq2 = WLL =	3,5330 KN/m

Beban Terfaktor  
wu = 27,3307 KN/m

4. Momen Terfaktor  
Mu = 276,7233 KN-m  
204,1111 K-ft

Balok Induk Atap Melintang ( 9 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3,84 KN/m <sup>2</sup>
1 Equivalen (weq)	13,5667 KN/m <sup>2</sup>
1 merata (WD)	14,1667 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	4,0983 KN/m
Weq2 = WLL =	3,5330 KN/m

Beban Terfaktor  
wu = 27,5707 KN/m

4. Momen Terfaktor  
Mu = 279,1533 KN-m  
205,9035 K-ft

Balok Induk Atap Membujur ( 15 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
1n Terpusat (PD)	125,7 KN
1n merata (WD)	11,7 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Bbn Terpusat (PLD)	36,8844 KN
Bbn Terpusat (PLL)	31,7969 KN
Bbn Merata (WLD)	2,9 KN/m
Bbn Merata (WLL)	2,5 KN/m

Beban Terfaktor  
wu = 21,52 KN/m  
Pu = 245,97625 KN

4. Momen Terfaktor  
Mu = 2450,0719 KN-m  
1807,1730 K-ft

Balok Anak Lantai ( 9 m )

Beban Sebelum Beton Mengeras	
at Plat (qp)	3,84 KN/m <sup>2</sup>
1 Equivalen (weq)	13,5667 KN/m <sup>2</sup>
1 merata (WD)	14,1167 KN/m

2. Beban Setelah Beton Mengeras	
Weq1 = WLD =	4,7342 KN/m
Weq2 = WLL =	14,1319 KN/m

Beban Terfaktor  
wu = 45,2322 KN/m

4. Momen Terfaktor  
Mu = 457,9755 KN-m  
337,8028 K-ft

**Balok Induk Lantai Melintang ( 9 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
Berat Plat (qp)	3,84 KN/m <sup>2</sup>
Beban Ekuivalen (weq)	13,5667 KN/m
Beban merata (WD)	14,7867 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Weq1 =	4,7342 KN/m
WLD =	14,7342
Weq2 = WLL =	14,1319 KN/m

**Beban Terfaktor**  
 $w_u = 58,0362 \text{ KN/m}$

**4. Momen Terfaktor**  
 $\mu_u = 587,6160 \text{ KN-m}$   
 $433,4256 \text{ K-ft}$

**Balok Induk Lantai Membujur ( 15 m )**

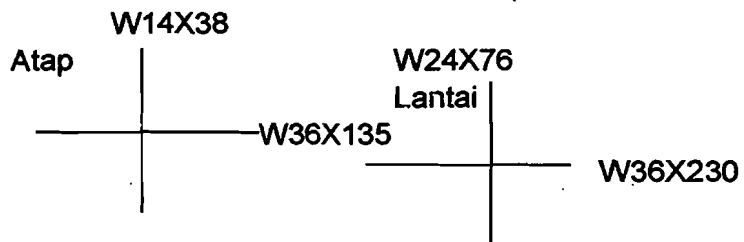
<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
Beban Terpusat (PD)	127,05 KN
Beban merata (WD)	13,05 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Beban Terpusat (PLD)	42,6078 KN
Beban Terpusat (PLL)	127,188 KN
Beban Merata (WLD)	13,35 KN/m
Beban Merata (WLL)	10 KN/m

**Beban Terfaktor**  
 $P_u = 407,08938 \text{ KN/m}$   
 $W_u = 47,68 \text{ KN}$

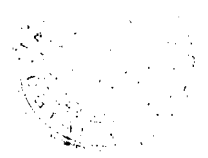
**4. Momen Terfaktor**  
 $\mu_u = 4394,1703 \text{ KN-m}$   
 $3241,1400 \text{ K-ft}$

Portal	Melintang	Membujur
Ik Atap	W14X38	W36X135
Ik Lt	W24X76	W36X230
Polom	W12X252	



<b>Beban</b>	<b>Portal Membujur</b>
Beban merata Atap	14,6 KN/m
Beban terpusat Atap	162,5844 KN
Beban merata Atap	2,5 KN/m
Beban terpusat Atap	31,79638 KN
Beban merata Lantai	26,4 KN/m
Beban terpusat Lantai	169,6578 KN
Beban merata Lantai	10 KN/m
Beban terpusat Lantai	127,1875 KN

<b>Beban</b>	<b>Portal Melintang</b>
Beban merata Atap	18,2649 KN/m
Beban merata Atap	3,5330 KN/m
Beban merata Lantai	29,5209 KN/m
Beban merata Lantai	14,1319 KN/m



## DESAIN KOLOM TYPE C

Tebal Plat	0,16	m
W Balok Anak Atap	0,4	KN/m
Wblk Induk Atap Melintang	0,6	KN/m
Wblk Induk Atap Membujur	2,1	KN/m
W Balok Anak Lantai	0,55	KN/m
Wblk Induk Lantai melintang	1,22	KN/m
Wblk Induk Lantai Membujur	3,45	KN/m
Wkolom	13	KN/m

Jmlh balok	3
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	3
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1

### 1. Beban Hidup (PL)

PL Atp = 135 KN  
 PL Lt = 540 KN  
 W Klm = 273 KN

### 2. Beban Mati (PD)

PD Atp = Plat = 675 KN  
           Balok = 47,7 KN  


---

 722,7 KN

PD Lt = Plat = 699,3  
           Balok = 77,58  


---

 776,88

### 3. Beban Hidup Total Dengan Reduksi

PL = 2295 KN

### 4. Beban Mati Total (PD)

PD = 4103,22 KN

### 5. Beban Terfaktor (Pu)

Pu = 8595,864 KN  
       1932,3502 Kips

## ANALISIS GEMPA

### Hitungan Portal Membujur TYPE C

Lantai	Atap(LT-5)	LT(3-4)	LT-2	LT-1
WD	438,0	792	1584,00	1584
PD	975,50625	1017,947	2035,89	2035,894
WL	75	300	600	600
PL	190,78125	763	1526,25	1526,25
Bkolom	78,00	156,00	208	292,500
W -	1757,29	3029,07	5954,14	6038,64

WT	=	19808,219
V	=	1386,5753

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	1757,29	36903,038	241,8693
4	17	3029,07	51494,222	337,50
3	13	3029,07	39377,934	258,09
2	9	5954,14	53587,294	351,2211
1	5	6038,64	30193,219	197,892
			E(Wi.Hi) = 211555,71	

### Hitungan Portal Melintang TYPE C

Lantai	Atap(LT-5)	LT(2-4)	LT-1
WD	493,15313	797,06	797,06344
WL	95,390625	382	381,5625
Bkolom	104,0	208,0	234
W -	692,54	1386,63	1412,63

WT	=	6265,05
V	=	438,5533

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	692,54	14543,419	84,271
4	17	1386,63	23572,641	136,5907
3	13	1386,63	18026,137	104,452
2	9	1386,63	12479,633	72,313
1	5	1412,63	7063,1297	40,927
			E(Wi.Hi) = 75684,96	

DESAIN BALOK TYPE D

a :

H Plat (m)	0,19
Ly (m)	15
Lx (m)	4,5
L (m)	9
Wk(KN/m)	13,2

	W24X62	Wblk Anak Atap	1,15	KN/m <sup>2</sup>
MLT	W27X84	Wblk Indk Atp Membujur	1,3	KN/m <sup>2</sup>
MBJ	W27X94	Wblk Indk Atp Melintang	1,4	KN/m <sup>2</sup>
	W27X84	Wbalok Anak Lantai	1,3	KN/m <sup>2</sup>
MLT	W33X141	Wblk Indk Lt Membujur	2,15	KN/m <sup>2</sup>
MBJ	W36X150	Wblk Indk Lt Melintang	2,2	KN/m <sup>2</sup>

Balok Anak Atap ( 15 m )

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>
Berat Plat (qp)                      4,56 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =    5,0634 KN/m
Beban Ekvivalen (weq)            19,9044 KN/m <sup>2</sup>	Weq2 = WLL =    4,365 KN/m
Beban merata (WD)                21,0544 KN/m	
<b>Beban Terfaktor</b>	<b>4. Momen Terfaktor</b>
wu = 38,3254 KN/m	Mu = 1077,9008 KN-m
	795,0596 K-ft

Balok Induk Atap Membujur ( 15 m )

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>
Berat Plat (qp)                      4,56 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =    5,0634 KN/m
Beban Ekvivalen (weq)            19,9044 KN/m <sup>2</sup>	Weq2 = WLL =    4,365 KN/m
Beban merata (WD)                21,2044 KN/m	
<b>Beban Terfaktor</b>	<b>4. Momen Terfaktor</b>
wu = 38,5054 KN/m	Mu = 1082,9633 KN-m
	798,7937 K-ft

Balok Induk Atap Melintang ( 9 m )

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>
Beban Terpusat (PD)                315,816 KN	Bbn Terpusat (PLD)                75,951 KN
Beban merata (WD)                15,08 KN/m	Bbn Terpusat (PLL)                65,475 KN
	Bbn Merata (WLD)                3,48 KN/m
	Bbn Merata (WLL)                3 KN/m
<b>Beban Terfaktor</b>	<b>4. Momen Terfaktor</b>
wu = 27,072 KN/m	Mu = 1567,5849 KN-m
Pu = 574,8804 KN	1156,2506 K-ft

Balok Anak Lantai ( 15 m )

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>
Berat Plat (qp)                      4,56 KN/m <sup>2</sup>	Weq1 = WLD =    5,9491 KN/m
Beban Ekvivalen (weq)            19,9044 KN/m	Weq2 = WLL =    17,46 KN/m
Beban merata (WD)                21,2044 KN/m	
<b>Beban Terfaktor</b>	<b>4. Momen Terfaktor</b>
wu = 60,4002 KN/m	Mu = 1698,7556 KN-m
	1253,0021 K-ft

**Balok Induk Lantai Membujur ( 15 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
berat Plat (qp)	4,56 KN/m <sup>2</sup>
beban Ekuivalen (weq)	19,9044 KN/m
beban merata (WD)	22,0544 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Weq1 =	5,8491 KN/m
WLD =	15,8491
Weq2 = WLL =	17,46 KN/m

<b>Beban Terfaktor</b>	
wu =	73,4202 KN/m

<b>4. Momen Terfaktor</b>	
Mu =	2064,9431 KN-m
	1523,1020 K-ft

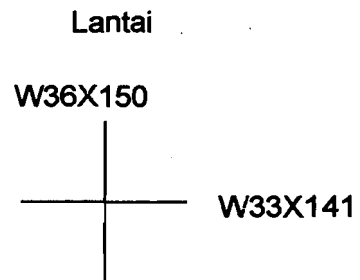
**Balok Induk Lantai Melintang ( 9 m )**

<b>Beban Sebelum Beton Mengeras</b>	
beban Terpusat (PD)	318,066 KN
beban merata (WD)	15,88 KN/m

<b>2. Beban Setelah Beton Mengeras</b>	
Bbn Terpusat (PLD)	87,7365 KN
Bbn Terpusat (PLL)	261,9 KN
Bbn Merata (WLD)	14,02 KN/m
Bbn Merata (WLL)	12 KN/m

<b>Beban Terfaktor</b>	
Pu =	906,003 KN/m
Wu =	55,08 KN

<b>4. Momen Terfaktor</b>	
Mu =	2596,1918 KN-m
	1914,9510 K-ft



Portal	Melintang	Membujur
< Atap	W27X94	W27X84
< Lt	W36X150	W33X141
kolom	W14X283 ; 24X24	

Beban	Portal Melintang
beban merata Atap	18,56 KN/m
beban Atap	391,767 KN
beban merata Atap	3 KN/m
beban Atap	65,475 KN
beban merata Lantai	29,9 KN/m
beban Lantai	405,8025 KN
beban merata Lantai	12 KN/m
beban Lantai	261,9 KN

Beban	Portal Membujur
beban merata Atap	26,2678 KN/m
beban merata Atap	4,365 KN/m
beban merata Lantai	37,9035 KN/m
beban merata Lantai	17,46 KN/m

## DESAIN KOLOM TYPE D

Tebal Plat	0,19 m
W Balok Anak Atap	1,15 KN/m
Wblk Induk Atap Membujur	1,3 KN/m
Wblk Induk Atap Melintang	1,4 KN/m
W Balok Anak Lantai	1,3 KN/m
Wblk Induk Lantai Membujur	2,15 KN/m
Wblk Induk Lantai Melintang	2,2 KN/m
Wkolom	13,2 KN/m

Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1
Jmlh balok	1

### 1. Beban Hidup (PL)

PL Atp = 135 KN  
 PL Lt = 540 KN  
 W Klm = 277,2 KN

### 2. Beban Mati (PD)

PD Atp = Plat = 772,2 KN  
           Balok = 49,35 KN  


---

 821,6 KN

PD Lt = Plat = 796,5  
           Balok = 71,55  


---

 868,05

### 3. Beban Hidup Total Dengan Reduksi

PL = 2295 KN

### 4. Beban Mati Total (PD)

PD = 4570,95 KN

### 5. Beban Terfaktor (Pu)

Pu = 9157,14 KN  
 2058,5251 Kips



## ANALISIS GEMPA

### Hitungan Portal Membujur TYPE D

Lantai	Atap(LT-5)	LT(3-4)	LT-2	LT-1
WD	788,034	1137,105	2274,21	2274,21
WL	130,95	523,8	1047,6	1047,6
Bkolom	79,20	158,40	211,2	297,000
W -	998,18	1819,31	3533,01	3618,81

WT	= 11788,614
V	= 825,2030

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	998,18	20961,864	137,906
4	17	1819,31	30928,185	203,473
3	13	1819,31	23650,965	155,597
2	9	3533,01	31797,09	209,189
1	5	3618,81	18094,05	119,039
			E(Wi.Hi) = 125432,154	

### Hitungan Portal Melintang TYPE D

Lantai	Atap(LT-5)	LT(2-4)	LT-1
WD	501,12	807,30	807,3
PD	1175,301	1217,408	1217,408
WL	81	324	324
PL	196,4	785,7	785,7
Wkolom	105,6	211,2	237,6
W -	2059,446	3345,608	3372,008

WT	= 15468,28
V	= 1082,7793

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	Wi.Hi (KN-m)	Fi (KN)
5	21	2059,45	43248,366	245,706
4	17	3345,61	56875,3275	323,125
3	13	3345,61	43492,8975	247,095
2	9	3345,61	30110,4675	171,066
1	5	3372,01	16860,0375	95,787
			E(Wi.Hi) = 190587,10	

PORTAL MELINTANG TIPE A



DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-A1

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPE A (3X9)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0  
4 X=27 Y=0 Z=0 G=1,4,1  
5 X=0 Y=5  
8 X=27  
21 X=0 Y=21  
24 X=27 Y=0 Z=0 Q=5,8,21,24,1,4

RESTRAINS

1,24,1 R=0,0,1,1,1,0  
1,4,1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3 NL=4  
1 A=0.0346 I=4.0397E-3 E=2E8 :BALOK ATAP (W14X34)  
2 A=0.0411 I=1.7543E-3 E=2E8 :BALOK LANTAI (W24X68)  
3 A=0.0823 I=1.3469E-3 E=2.3304E8 :KOLOM (W12X252)  
1 WG=0,-12.5678 :BEBAN MATI BALOK ATAP  
2 WG=0,-2.8889 :BEBAN HIDUP BALOK ATAP  
3 WG=0,-23.7378 :BEBAN MATI BALOK LANTAI  
4 WG=0,-11.5556 :BEBAN HIDUP BALOK LANTAI

C KOLOM

1,1,5 G=3,1,1,1 M=3 LP=1 NSL=0  
8,5,9 G=3,1,1,1 M=3  
15,9,13 G=3,1,1,1 M=3  
22,13,17 G=3,1,1,1 M=3  
29,17,21 G=3,1,1,1 M=3

C BALOK

5,5,6 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4 LP=1 :BALOK LANTAI  
12,9,10 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
19,13,14 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
26,17,18 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
33,21,22 G=2,1,1,1 M=1 NSL=1,2 :BALOK ATAP

LOADS

5 F=33.530 L=3 :BEBAN GEMPA  
9 F=59.219  
13 F=85.538  
17 F=111.857  
21 F=61.830

COMBO

1 C=1.4  
2 C=1.2,1.6  
3 C=1.2,0.5,1.5  
4 C=1.2,0.5,-1.5  
5 C=0.9,0,-1.5  
6 C=0.9,0,1.5

PROGRAM: SAP90/FILE: agung-a1.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPA A (3X9)M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1								
1	-657.19		.0	-22.53	38.81			
			5.0	-22.53	-73.86			
2	-907.89		.0	-31.83	54.82			
			5.0	-31.83	-104.34			
3	-446.42		.0	94.67	-355.53			
			5.0	94.67	117.83			
4	-895.55		.0	-141.13	435.54			
			5.0	-141.13	-270.09			
5	-647.05		.0	-132.39	420.48			
			5.0	-132.39	-241.44			
6	-197.92		.0	103.41	-370.59			
			5.0	103.41	146.48			
2								
1	-1374.92		.0	1.01	-1.29			
			5.0	1.01	3.76			
2	-1894.73		.0	1.44	-1.84			
			5.0	1.44	5.35			
3	-1425.91		.0	148.03	-444.91			
			5.0	148.03	295.22			
4	-1378.73		.0	-145.94	442.23			
			5.0	-145.94	-287.45			
5	-860.28		.0	-146.33	442.74			
			5.0	-146.33	-288.92			
6	-907.47		.0	147.63	-444.40			
			5.0	147.63	293.75			
3								
1	-1374.92		.0	-1.01	1.29			
			5.0	-1.01	-3.76			
2	-1894.73		.0	-1.44	1.84			
			5.0	-1.44	-5.35			
3	-1379.22		.0	145.39	-440.64			
			5.0	145.39	286.29			
4	-1425.42		.0	-147.48	443.31			
			5.0	-147.48	-294.07			
5	-906.97		.0	-147.08	442.80			
			5.0	-147.08	-292.60			
6	-860.78		.0	145.78	-441.14			
			5.0	145.78	287.76			

## 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
4								
1	-657.19		.0	22.53	-38.81			
			5.0	22.53	73.86			
2	-907.89		.0	31.83	-54.82			
			5.0	31.83	104.34			
3	-895.06		.0	139.88	-431.41			
			5.0	139.88	267.96			
4	-446.92		.0	-93.42	351.41			
			5.0	-93.42	-115.70			
5	-198.41		.0	-102.16	366.47			
			5.0	-102.16	-144.35			
6	-646.55		.0	131.13	-416.36			
			5.0	131.13	239.31			
8								
1	-513.31		.0	-53.76	113.33			
			4.0	-53.76	-101.70			
2	-704.54		.0	-75.94	160.10			
			4.0	-75.94	-143.67			
3	-370.95		.0	28.01	-32.43			
			4.0	28.01	79.59			
4	-674.36		.0	-138.83	266.06			
			4.0	-138.83	-289.25			
5	-481.68		.0	-117.98	222.10			
			4.0	-117.98	-249.80			
6	-178.28		.0	48.86	-76.39			
			4.0	48.86	119.04			
9								
1	-1070.16		.0	3.61	-8.54			
			4.0	3.61	5.88			
2	-1463.92		.0	5.17	-12.19			
			4.0	5.17	8.49			
3	-1101.84		.0	159.59	-313.73			
			4.0	159.59	324.61			
4	-1074.37		.0	-152.11	296.05			
			4.0	-152.11	-312.37			
5	-674.22		.0	-153.53	299.40			
			4.0	-153.53	-314.71			
6	-701.69		.0	158.16	-310.38			
			4.0	158.16	322.27			
10								
1	-1070.16		.0	-3.61	8.54			
			4.0	-3.61	-5.88			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
2	-1463.92		.0	-5.17	12.19			
			4.0	-5.17	-8.49			
3	-1074.36		.0	151.66	-295.16			
			4.0	151.66	311.49			
4	-1101.84		.0	-159.14	312.84			
			4.0	-159.14	-323.73			
5	-701.70		.0	-157.72	309.49			
			4.0	-157.72	-321.39			
6	-674.22		.0	153.08	-298.51			
			4.0	153.08	313.83			
11 -----								
1	-513.31		.0	53.76	-113.33			
			4.0	53.76	101.70			
2	-704.54		.0	75.94	-160.10			
			4.0	75.94	143.67			
3	-674.36		.0	138.41	-265.45			
			4.0	138.41	288.20			
4	-370.95		.0	-27.59	31.83			
			4.0	-27.59	-78.54			
5	-178.28		.0	-48.44	75.78			
			4.0	-48.44	-117.99			
6	-481.69		.0	117.56	221.49			
			4.0	117.56	248.75			
15 -----								
1	-367.27		.0	-49.65	98.73			
			4.0	-49.65	-99.85			
2	-498.17		.0	-70.02	139.36			
			4.0	-70.02	-140.71			
3	-284.99		.0	19.81	-14.46			
			4.0	19.81	64.78			
4	-459.22		.0	-122.08	217.92			
			4.0	-122.08	-270.41			
5	-323.21		.0	-102.86	179.65			
			4.0	-102.86	-231.79			
6	-148.99		.0	39.03	-52.72			
			4.0	39.03	103.40			
16 -----								
1	-767.55		.0	.92	-1.59			
			4.0	.92	2.10			
2	-1036.13		.0	1.27	-2.28			
			4.0	1.27	2.80			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-783.78		.0	124.91	-227.37			
			4.0	124.91	272.26			
4	-768.42		.0	-123.03	224.07			
			4.0	-123.03	-268.04			
5	-485.75		.0	-123.38	224.70			
			4.0	-123.38	-268.80			
6	-501.10		.0	124.56	-226.74			
			4.0	124.56	271.50			
-----								
17								
1	-767.55		.0	-.92	1.59			
			4.0	-.92	-2.10			
2	-1036.13		.0	-1.27	2.28			
			4.0	-1.27	-2.80			
3	-767.99		.0	122.55	-223.11			
			4.0	122.55	267.07			
4	-784.21		.0	-124.43	226.41			
			4.0	-124.43	-271.30			
5	-501.54		.0	-124.08	225.78			
			4.0	-124.08	-270.53			
6	-485.31		.0	122.89	-223.74			
			4.0	122.89	267.83			
-----								
18								
1	-367.27		.0	49.65	-98.73			
			4.0	49.65	99.85			
2	-498.17		.0	70.02	-139.36			
			4.0	70.02	140.71			
3	-459.65		.0	121.57	-216.66			
			4.0	121.57	269.63			
4	-284.56		.0	-19.30	13.20			
			4.0	-19.30	-64.01			
5	-148.55		.0	-38.52	51.46			
			4.0	-38.52	-102.63			
6	-323.65		.0	102.35	-178.40			
			4.0	102.35	231.01			
-----								
22								
1	-220.85		.0	-51.90	101.88			
			4.0	-51.90	-105.73			
2	-291.29		.0	-73.96	144.16			
			4.0	-73.96	-151.66			
3	-182.66		.0	-5.31	45.74			
			4.0	-5.31	24.48			



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
23	4	-259.68	.0	-102.08	164.43			
			4.0	-102.08	-243.89			
	5	-180.48	.0	-81.75	124.84			
			4.0	-81.75	-202.16			
	6	-103.46	.0	15.02	6.15			
			4.0	15.02	66.21			
24	1	-465.33	.0	1.39	-3.00			
			4.0	1.39	2.54			
	2	-608.86	.0	2.51	-4.95			
			4.0	2.51	5.09			
	3	-467.39	.0	84.76	-141.05			
			4.0	84.76	197.99			
	4	-461.57	.0	-81.56	134.42			
			4.0	-81.56	-191.82			
	5	-296.23	.0	-82.27	135.81			
			4.0	-82.27	-193.27			
	6	-302.05	.0	84.05	-139.66			
			4.0	84.05	196.54			
25	1	-465.33	.0	-1.39	3.00			
			4.0	-1.39	-2.54			
	2	-608.86	.0	-2.51	4.95			
			4.0	-2.51	-5.09			
	3	-460.62	.0	80.81	-133.31			
			4.0	80.81	189.95			
	4	-468.33	.0	-84.02	139.94			
			4.0	-84.02	-196.13			
	5	-302.99	.0	-83.31	138.55			
			4.0	-83.31	-194.67			
	6	-295.28	.0	81.52	-134.69			
			4.0	81.52	191.41			
25	1	-220.85	.0	51.90	-101.88			
			4.0	51.90	105.73			
	2	-291.29	.0	73.96	-144.16			
			4.0	73.96	151.66			
	3	-260.63	.0	100.27	-162.43			
			4.0	100.27	238.66			
	4	-181.72	.0	7.12	-47.75			
			4.0	7.12	-19.25			

## 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
5	-102.52		.0	-13.21	-8.16			
			4.0	-13.21	-60.98			
6	-181.43		.0	79.94	-122.83			
			4.0	79.94	196.93			
-----								
29								
1	-74.85		.0	-44.20	93.27			
			4.0	-44.20	-83.51			
2	-85.25		.0	-57.40	127.55			
			4.0	-57.40	-102.04			
3	-58.93		.0	-31.99	105.05			
			4.0	-31.99	-22.93			
4	-82.57		.0	-55.97	84.59			
			4.0	-55.97	-139.27			
5	-59.93		.0	-40.40	49.73			
			4.0	-40.40	-111.86			
6	-36.30		.0	-16.43	70.19			
			4.0	-16.43	4.49			
-----								
30								
1	-162.68		.0	1.84	-3.84			
			4.0	1.84	3.52			
2	-180.75		.0	1.49	-4.44			
			4.0	1.49	1.54			
3	-153.60		.0	33.96	-37.62			
			4.0	33.96	98.22			
4	-151.10		.0	-30.86	30.33			
			4.0	-30.86	-93.12			
5	-103.33		.0	-31.23	31.51			
			4.0	-31.23	-93.41			
6	-105.83		.0	33.59	-36.44			
			4.0	33.59	97.93			
-----								
31								
1	-162.68		.0	-1.84	3.84			
			4.0	-1.84	-3.52			
2	-180.75		.0	-1.49	4.44			
			4.0	-1.49	-1.54			
3	-150.30		.0	32.14	-32.83			
			4.0	32.14	95.72			
4	-154.40		.0	-35.24	40.12			
			4.0	-35.24	-100.82			
5	-106.63		.0	-34.87	38.94			
			4.0	-34.87	-100.53			

## 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
6	-102.53		.0	32.50	-34.01			
			4.0	32.50	96.01			
-----								
32								
1	-74.85		.0	44.20	-93.27			
			4.0	44.20	83.51			
2	-85.25		.0	57.40	-127.55			
			4.0	57.40	102.04			
3	-83.36		.0	58.64	-90.60			
			4.0	58.64	143.97			
4	-58.13		.0	29.32	-99.04			
			4.0	29.32	18.23			
5	-35.50		.0	13.75	-64.18			
			4.0	13.75	-9.18			
6	-60.73		.0	43.07	-55.74			
			4.0	43.07	116.55			
-----								
5								
1	31.22		.0	143.88	-187.19			
			4.3	.00	124.29			
			9.0	-155.21	-238.16			
2	44.11		.0	203.35	-264.44			
			4.3	.00	175.69			
			9.0	-219.42	-336.79			
3	16.37		.0	75.47	150.27			
			2.2	.00	233.39			
			9.0	-232.90	-558.16			
4	48.00		.0	221.20	-536.15			
			6.5	.00	177.87			
			9.0	-87.17	66.98			
5	35.89		.0	165.36	-463.54			
			7.7	.00	176.42			
			9.0	-26.91	159.47			
6	4.26		.0	19.63	222.88			
			.9	.00	231.90			
			9.0	-172.64	-465.67			
-----								
6								
1	28.63		.0	149.55	-225.86			
			4.5	.00	110.63			
			9.0	-149.55	-225.86			
2	40.38		.0	211.38	-319.25			
			4.5	.00	156.36			
			9.0	-211.38	-319.25			
3	4.81		.0	91.18	50.80			
			2.7	.00	172.12			
			9.0	-217.19	-516.24			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
4	54.17	.0	217.19	-516.52			
		6.3	.00	171.84			
		9.0	-91.18	50.52			
5	43.08	.0	159.14	-428.85			
		7.4	.00	163.88			
		9.0	-33.13	138.19			
6	-6.27	.0	33.13	138.46			
		1.6	.00	164.16			
		9.0	-159.14	-428.58			
-----							
7							
1	31.22	.0	155.21	-238.16			
		4.7	.00	124.29			
		9.0	-143.88	-187.19			
2	44.11	.0	219.42	-336.79			
		4.7	.00	175.69			
		9.0	-203.35	-264.44			
3	-1.46	.0	87.67	65.21			
		2.6	.00	177.37			
		9.0	-220.70	-533.41			
4	65.83	.0	232.40	-556.38			
		6.8	.00	231.75			
		9.0	-75.97	147.53			
5	53.72	.0	172.14	-463.90			
		8.1	.00	229.62			
		9.0	-20.13	220.14			
6	-13.57	.0	27.42	157.69			
		1.3	.00	175.28			
		9.0	-164.86	-460.80			
-----							
12							
1	-4.11	.0	146.04	-200.43			
		4.4	.00	120.45			
		9.0	-153.06	-232.01			
2	-5.93	.0	206.37	-283.03			
		4.4	.00	170.27			
		9.0	-216.40	-328.19			
3	-80.63	.0	85.96	94.05			
		2.5	.00	201.88			
		9.0	-222.41	-519.96			
4	72.08	.0	215.14	-507.17			
		6.3	.00	168.25			
		9.0	-93.23	41.41			
5	73.71	.0	158.47	-429.46			
		7.4	.00	158.28			
		9.0	-33.81	131.54			
6	-79.00	.0	29.29	171.76			
		1.4	.00	191.84			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			9.0	-162.98	-429.83			
13								
	1	-1.43	.0	149.55	-224.54			
			4.5	.00	111.95			
			9.0	-149.55	-224.54			
	2	-2.03	.0	211.38	-317.42			
			4.5	.00	158.20			
			9.0	-211.38	-317.42			
	3	-45.96	.0	95.65	32.02			
			2.8	.00	165.54			
			9.0	-212.72	-494.76			
	4	43.00	.0	212.72	-495.04			
			6.2	.00	165.26			
			9.0	-95.65	31.74			
	5	43.56	.0	154.67	-407.87			
			7.2	.00	152.01			
			9.0	-37.61	118.91			
	6	-45.40	.0	37.61	119.18			
			1.8	.00	152.28			
			9.0	-154.67	-407.59			
14								
	1	-4.11	.0	153.06	-232.01			
			4.6	.00	120.45			
			9.0	-146.04	-200.43			
	2	-5.93	.0	216.40	-328.19			
			4.6	.00	170.27			
			9.0	-206.37	-283.03			
	3	-16.84	.0	93.66	39.84			
			2.7	.00	167.86			
			9.0	-214.71	-504.86			
	4	8.29	.0	221.98	-518.39			
			6.5	.00	200.66			
			9.0	-86.39	91.74			
	5	9.92	.0	162.55	-428.27			
			7.6	.00	190.13			
			9.0	-29.72	169.45			
	6	-15.21	.0	34.24	129.97			
			1.6	.00	157.40			
			9.0	-158.04	-427.15			
19								
	1	2.26	.0	146.42	-201.74			
			4.4	.00	120.82			
			9.0	-152.68	-229.89			
	2	3.94	.0	206.88	-284.87			
			4.4	.00	170.69			
			9.0	-215.89	-325.42			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ	
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT		
20	3	-103.18	.0	102.33	19.04				
			3.0	.00	171.85				
			9.0	-206.04	-447.65				
	4	108.31	.0	199.54	-434.84				
			5.8	.00	146.17				
			9.0	-108.83	-26.68				
	5	107.20	.0	142.73	-356.63				
			6.7	.00	120.15				
			9.0	-49.55	62.70				
	6	-104.29	.0	45.52	97.25				
			2.1	.00	145.76				
			9.0	-146.75	-358.27				
	21	1	1.80	.0	149.55	-224.79			
				4.5	.00	111.69			
				9.0	-149.55	-224.79			
		2	2.70	.0	211.38	-317.68			
				4.5	.00	157.94			
				9.0	-211.38	-317.68			
3		-63.03	.0	110.35	-34.34				
			3.2	.00	143.35				
			9.0	-198.02	-428.86				
4		66.84	.0	198.02	-429.14				
			5.8	.00	143.08				
			9.0	-110.35	-34.62				
5		66.09	.0	139.97	-341.91				
			6.6	.00	116.64				
			9.0	-52.30	52.62				
6		-63.78	.0	52.30	52.89				
			2.4	.00	116.91				
			9.0	-139.97	-341.63				
22	1	2.26	.0	152.68	-229.89				
			4.6	.00	120.82				
			9.0	-146.42	-201.74				
	2	3.94	.0	215.89	-325.42				
			4.6	.00	170.69				
			9.0	-206.88	-284.87				
	3	-21.30	.0	109.34	-28.48				
			3.2	.00	145.99				
			9.0	-199.03	-432.06				
	4	26.43	.0	205.53	-445.85				
			6.0	.00	170.59				
			9.0	-102.84	16.26				
	5	25.32	.0	146.24	-356.47				
			6.8	.00	144.07				

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6	-22.41		9.0	-46.03	94.47			
			.0	50.06	60.90			
			2.3	.00	119.54			
			9.0	-142.22	-353.84			
-----								
26	1	-7.71	.0	146.00	-199.00			
			4.4	.00	121.70			
			9.0	-153.10	-230.94			
2	-16.56		.0	206.04	-279.21			
			4.4	.00	172.67			
			9.0	-216.73	-327.28			
3	-141.11		.0	123.73	-80.57			
			3.6	.00	142.84			
			9.0	-184.64	-354.64			
4	121.67		.0	177.12	-328.48			
			5.2	.00	129.31			
			9.0	-131.25	-122.09			
5	126.43		.0	120.55	-251.88			
			5.6	.00	88.22			
			9.0	-71.73	-32.18			
6	-136.34		.0	67.16	-3.98			
			3.1	.00	101.60			
			9.0	-125.11	-264.74			
-----								
27	1	-8.16	.0	149.55	-224.56			
			4.5	.00	111.92			
			9.0	-149.55	-224.56			
2	-15.55		.0	211.38	-317.75			
			4.5	.00	157.87			
			9.0	-211.38	-317.75			
3	-90.31		.0	129.15	-119.02			
			3.8	.00	124.38			
			9.0	-179.22	-344.33			
4	70.97		.0	179.22	-344.23			
			5.2	.00	124.48			
			9.0	-129.15	-118.93			
5	75.39		.0	121.17	-256.96			
			5.7	.00	86.67			
			9.0	-71.10	-31.66			
6	-85.89		.0	71.10	-31.76			
			3.3	.00	86.57			
			9.0	-121.17	-257.06			
-----								
28	1	-7.71	.0	153.10	-230.94			
			4.6	.00	121.70			
			9.0	-146.00	-199.00			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ	
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT		
33	2	-16.56	.0	216.73	-327.28				
			4.6	.00	172.67				
			9.0	-206.04	-279.21				
	3	-41.63	.0	131.11	-121.55				
			3.8	.00	129.28				
			9.0	-177.26	-329.26				
	4	22.19	.0	184.78	-355.17				
			5.4	.00	143.10				
			9.0	-123.59	-79.79				
	5	26.96	.0	125.26	-265.27				
			5.9	.00	101.92				
			9.0	-67.02	-3.19				
	6	-36.87	.0	71.58	-31.65				
			3.4	.00	88.27				
			9.0	-120.70	-252.67				
	34	1	-44.20	.0	74.85	-83.51			
				4.3	.00	75.69			
				9.0	-83.51	-122.47			
2		-57.40	.0	85.25	-102.04				
			4.3	.00	82.39				
			9.0	-92.08	-132.76				
3		-124.74	.0	58.93	-22.93				
			3.6	.00	82.15				
			9.0	-89.80	-161.84				
4		36.78	.0	82.57	-139.27				
			5.0	.00	66.98				
			9.0	-66.17	-65.48				
5		52.35	.0	59.93	-111.86				
			5.3	.00	46.93				
			9.0	-41.86	-30.55				
6		-109.17	.0	36.30	4.49				
			3.2	.00	62.73				
			9.0	-65.50	-126.91				
34	1	-42.36	.0	79.18	-118.95				
			4.5	.00	59.20				
			9.0	-79.18	-118.95				
	2	-55.90	.0	88.67	-131.23				
			4.5	.00	68.27				
			9.0	-88.67	-131.23				
	3	-90.78	.0	63.80	-63.62				
			3.9	.00	59.54				
			9.0	-84.93	-158.70				
	4	5.92	.0	84.93	-158.59				
			5.1	.00	59.65				

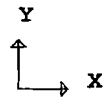
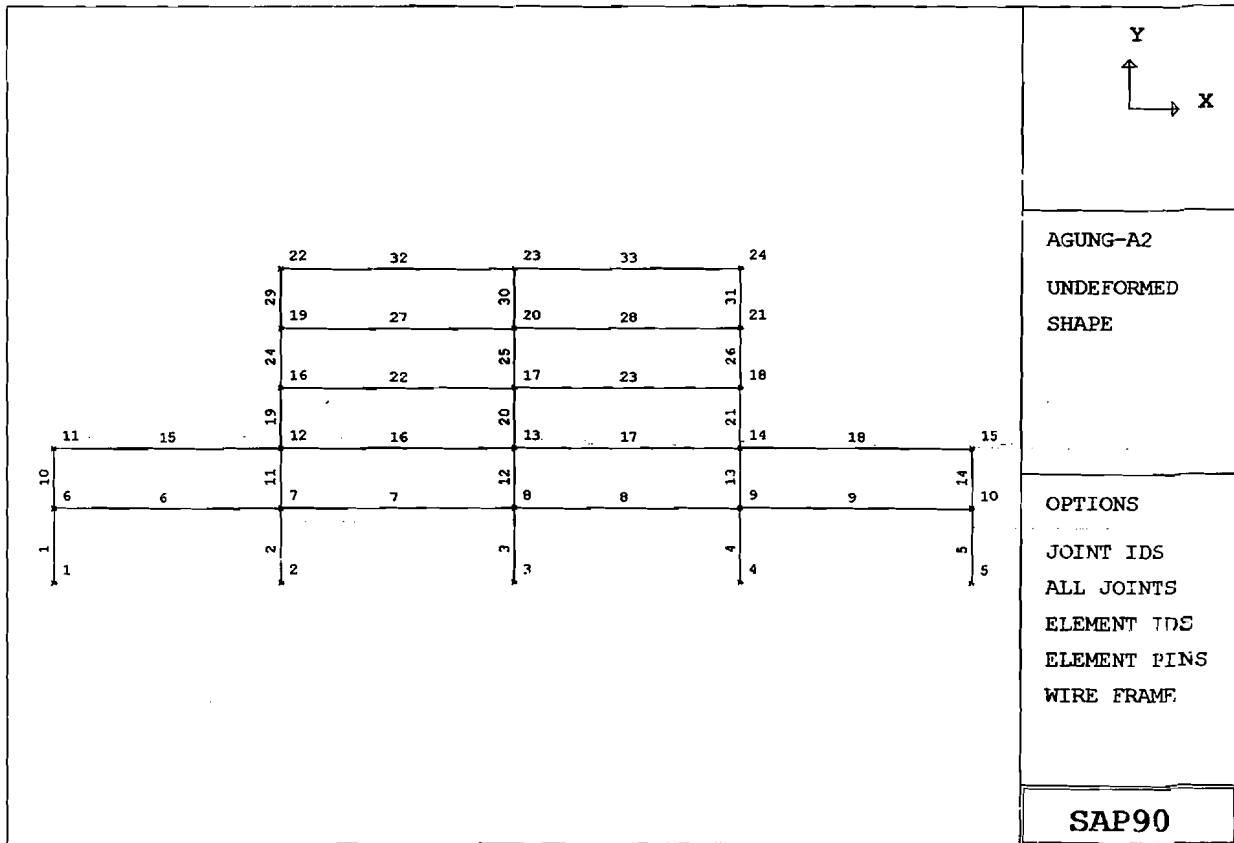


## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			9.0	-63.80	-63.51			
5	21.12		.0	61.46	-123.96			
			5.4	.00	43.05			
			9.0	-40.33	-28.87			
6	-75.58		.0	40.33	-28.98			
			3.6	.00	42.94			
			9.0	-61.46	-124.07			
35 -----								
1	-44.20		.0	83.51	-122.47			
			4.7	.00	75.69			
			9.0	-74.85	-83.51			
2	-57.40		.0	92.08	-132.76			
			4.7	.00	82.39			
			9.0	-85.25	-102.04			
3	-58.64		.0	65.37	-62.99			
			4.0	.00	66.30			
			9.0	-83.36	-143.97			
4	-29.32		.0	90.60	-164.33			
			5.5	.00	84.02			
			9.0	-58.13	-18.23			
5	-13.75		.0	66.30	-129.40			
			5.9	.00	64.89			
			9.0	-35.50	9.18			
6	-43.07		.0	41.07	-28.06			
			3.6	.00	46.49			
			9.0	-60.73	-116.55			

PORTAL MEMBUKUR TIPE A

# PORTAL MEMBUJUR TIPE A



AGUNG-A2  
UNDEFORMED  
SHAPE

- OPTIONS
- JOINT IDS
  - ALL JOINTS
  - ELEMENT IDS
  - ELEMENT PINS
  - WIRE FRAME

SAP90

DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-A2

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIPE A (3X9)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
5	X=60			G=1,5,1
6	X=0	Y=5		
10	X=60			G=6,10,1
11	X=0	Y=9		
15	X=60			G=11,15,1
16	X=15	Y=13		
18	X=45			G=16,18,1
19	X=15	Y=17		
21	X=45			G=19,21,1
22	X=15	Y=21		
24	X=45			G=22,24,1

RESTRAINS

1,24,1	R=0,0,1,1,1,0
1,5,1	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3 NL=4

1	A=0.0598	I=5.2377E-3	E=2E8		:BALOK ATAP (W33X118)
2	A=0.0794	I=9.5845E-3	E=2E8		:BALOK LANTAI (W33X221)
3	A=0.0823	I=2.2400E-3	E=2.3304E8		:KOLOM (W12X252)
1	WG=0,-10.17,0	PLD=3,-111.76,0,6,-111.76,0,9,-111.76,0,12,-111.76,0			:BBN MATI BALOK ATAP
2	WG=0,-2,0	PLD=3,-26,0,6,-26,0,9,-26,0,12,-26,0			:BBN HIDUP BALOK ATAP
3	WG=0,-22.03,0	PLD=3,-117.79,0,6,-117.79,0,9,-117.79,0,12,-117.79,0			:BBN MATI BALOK LANTAI
4	WG=0,-8,0	PLD=3,-104,0,6,-104,0,9,-104,0,12,-104,0			:BBN HIDUP BALOK LANTAI

C KOLOM

1,1,6	G=4,1,1,1	M=3	NSL=0	LP=1	:KOLOM
10,6,11	G=4,1,1,1	M=3			
19,12,16	G=2,1,1,1	M=3			
24,16,19	G=2,1,1,1	M=3			
29,19,22	G=2,1,1,1	M=3			

C BALOK

6,6,7	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		:BALOK LANTAI
15,11,12	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
22,16,17	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
27,19,20	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
32,22,23	G=1,1,1,1	M=1	NSL=1,2		:BALOK ATAP

LOADS

6	F=184.256	L=3		:BEBAN GEMPA
11	F=327.499			
16	F=240.23			
19	F=314.14			
22	F=211.956			

COMBO

1	C=1.4
2	C=1.2,1.6
3	C=1.2,0.5,1.5
4	C=1.2,0.5,-1.5
5	C=0.9,0,-1.5
6	C=0.9,0,1.5

PROGRAM: SAP90/FILE: agung-a2.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIPE A (3X9)M

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	-1022.43		.0	-135.49	242.99			
			5.0	-135.49	-434.48			
2	-1654.54		.0	-222.90	399.69			
			5.0	-222.90	-714.83			
3	-888.83		.0	195.03	-771.12			
			5.0	195.03	204.01			
4	-1350.26		.0	-494.03	1307.31			
			5.0	-494.03	-1162.85			
5	-887.99		.0	-431.63	1195.42			
			5.0	-431.63	-962.74			
6	-426.56		.0	257.42	-883.01			
			5.0	257.42	404.12			
2 -----								
1	-3807.29		.0	-3.81	13.13			
			5.0	-3.81	-5.91			
2	-5974.79		.0	-5.81	20.79			
			5.0	-5.81	-8.26			
3	-3910.27		.0	420.29	-1149.73			
			5.0	420.29	951.71			
4	-4311.14		.0	-428.41	1178.19			
			5.0	-428.41	-963.84			
5	-2647.98		.0	-426.79	1172.40			
			5.0	-426.79	-961.57			
6	-2247.11		.0	421.90	-1155.52			
			5.0	421.90	953.98			
3 -----								
1	-5486.46		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
2	-8443.53		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
3	-5872.99		.0	404.97	-1125.19			
			5.0	404.97	899.68			
4	-5870.41		.0	-404.97	1125.19			
			5.0	-404.97	-899.68			
5	-3525.72		.0	-404.97	1125.19			
			5.0	-404.97	-899.68			
6	-3528.30		.0	404.97	-1125.19			
			5.0	404.97	899.68			

## 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
4								
1	-3807.29		.0	3.81	-13.13			
			5.0	3.81	5.91			
2	-5974.79		.0	5.81	-20.79			
			5.0	5.81	8.26			
3	-4317.75		.0	418.38	-1150.66			
			5.0	418.38	941.21			
4	-3903.66		.0	-410.26	1122.20			
			5.0	-410.26	-929.09			
5	-2240.50		.0	-411.87	1127.99			
			5.0	-411.87	-931.35			
6	-2654.59		.0	416.76	-1144.87			
			5.0	416.76	938.95			
5								
1	-1022.43		.0	135.49	-242.99			
			5.0	135.49	434.48			
2	-1654.54		.0	222.90	-399.69			
			5.0	222.90	714.83			
3	-1342.36		.0	478.46	-1259.83			
			5.0	478.46	1132.46			
4	-896.73		.0	-179.45	723.64			
			5.0	-179.45	-173.62			
5	-434.45		.0	-241.85	835.53			
			5.0	-241.85	-373.73			
6	-880.09		.0	416.06	-1147.95			
			5.0	416.06	932.35			
10								
1	-501.46		.0	-398.72	710.40			
			4.0	-398.72	-884.49			
2	-811.19		.0	-655.81	1168.74			
			4.0	-655.81	-1454.50			
3	-455.80		.0	-161.74	344.31			
			4.0	-161.74	-302.63			
4	-642.19		.0	-718.07	1223.41			
			4.0	-718.07	-1648.87			
5	-415.56		.0	-534.49	896.23			
			4.0	-534.49	-1241.72			
6	-229.17		.0	21.84	17.14			
			4.0	21.84	104.52			
11								
1	-2640.12		.0	87.48	-145.47			
			4.0	87.48	204.46			

## 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	-4081.40		.0	145.54	-242.21			
			4.0	145.54	339.95			
3	-2598.59		.0	475.57	-921.61			
			4.0	475.57	980.69			
4	-3063.86		.0	-281.51	598.79			
			4.0	-281.51	-527.25			
5	-1929.85		.0	-322.30	666.68			
			4.0	-322.30	-622.53			
6	-1464.59		.0	434.78	-853.71			
			4.0	434.78	885.41			
-----								
12								
1	-4373.71		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-6638.91		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-4652.11		.0	350.61	-697.83			
			4.0	350.61	704.61			
4	-4651.94		.0	-350.61	697.83			
			4.0	-350.61	-704.61			
5	-2811.59		.0	-350.61	697.83			
			4.0	-350.61	-704.61			
6	-2811.75		.0	350.61	-697.83			
			4.0	350.61	704.61			
-----								
13								
1	-2640.12		.0	-87.48	145.47			
			4.0	-87.48	-204.46			
2	-4081.40		.0	-145.54	242.21			
			4.0	-145.54	-339.95			
3	-3066.31		.0	268.90	-576.63			
			4.0	268.90	498.98			
4	-2596.13		.0	-462.97	899.45			
			4.0	-462.97	-952.42			
5	-1462.13		.0	-422.17	831.55			
			4.0	-422.17	-857.14			
6	-1932.31		.0	309.70	-644.52			
			4.0	309.70	594.26			
-----								
14								
1	-501.46		.0	398.72	-710.40			
			4.0	398.72	884.49			
2	-811.19		.0	655.81	-1168.74			
			4.0	655.81	1454.50			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
19								
3	-639.65		.0	707.39	-1206.16			
			4.0	707.39	1623.39			
4	-458.35		.0	172.42	-361.56			
			4.0	172.42	328.11			
5	-231.71		.0	-11.16	-34.38			
			4.0	-11.16	-79.04			
6	-413.02		.0	523.81	-878.98			
			4.0	523.81	1216.24			
20								
1	-1439.44		.0	-161.96	166.79			
			4.0	-161.96	-481.06			
2	-2133.05		.0	-264.60	271.16			
			4.0	-264.60	-787.22			
3	-1293.88		.0	167.09	-569.00			
			4.0	167.09	99.38			
4	-1735.76		.0	-523.35	935.05			
			4.0	-523.35	-1158.36			
5	-1146.29		.0	-449.34	859.24			
			4.0	-449.34	-938.12			
6	-704.41		.0	241.10	-644.80			
			4.0	241.10	319.61			
21								
1	-1439.44		.0	161.96	-166.79			
			4.0	161.96	481.06			
2	-2133.05		.0	264.60	-271.16			
			4.0	264.60	787.22			
3	-1735.69		.0	531.03	-950.57			
			4.0	531.03	1173.55			



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
24	4	-1293.95	.0	-174.77	584.52			
			4.0	-174.77	-114.57			
	5	-704.48	.0	-248.78	660.33			
			4.0	-248.78	-334.80			
	6	-1146.22	.0	457.02	-874.77			
			4.0	457.02	953.31			
25	1	-918.46	.0	-318.65	664.95			
			4.0	-318.65	-609.63			
	2	-1290.22	.0	-534.33	1095.78			
			4.0	-534.33	-1041.54			
	3	-843.08	.0	-143.40	388.61			
			4.0	-143.40	-185.01			
	4	-1045.77	.0	-566.10	1079.95			
			4.0	-566.10	-1184.45			
	5	-691.78	.0	-416.19	773.14			
			4.0	-416.19	-891.63			
	6	-489.09	.0	6.50	81.80			
			4.0	6.50	107.82			
26	1	-2086.44	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	2	-2926.44	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	3	-2144.14	.0	373.15	-713.08			
			4.0	373.15	779.54			
	4	-2143.90	.0	-373.15	713.08			
			4.0	-373.15	-779.54			
	5	-1341.16	.0	-373.15	713.08			
			4.0	-373.15	-779.54			
	6	-1341.40	.0	373.15	-713.08			
			4.0	373.15	779.54			
26	1	-918.46	.0	318.65	-664.95			
			4.0	318.65	609.63			
	2	-1290.22	.0	534.33	-1095.78			
			4.0	534.33	1041.54			
	3	-1045.65	.0	559.39	-1065.32			
			4.0	559.39	1172.25			
	4	-843.21	.0	150.11	-403.24			
			4.0	150.11	197.21			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ	
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT		
29	5	-489.22	.0	.20	-96.43				
			4.0	.20	-95.62				
	6	-691.66	.0	409.49	-758.51				
			4.0	409.49	879.43				
			-----						
			1	-384.99	.0	-375.35	657.18		
		4.0	-375.35	-844.20					
2	-434.44	.0	-490.63	965.14					
		4.0	-490.63	-997.38					
3	-337.55	.0	-297.98	581.92					
		4.0	-297.98	-610.00					
4	-387.71	.0	-451.04	795.82					
		4.0	-451.04	-1008.32					
5	-272.57	.0	-317.82	529.43					
		4.0	-317.82	-741.86					
6	-222.41	.0	-164.77	315.52					
		4.0	-164.77	-343.54					
-----									
30	1	-908.87	.0	.00	.00				
			4.0	.00	.00				
	2	-998.94	.0	.00	.00				
			4.0	.00	.00				
	3	-847.45	.0	162.12	-292.91				
			4.0	162.12	355.59				
4	-848.05	.0	-162.12	292.91					
		4.0	-162.12	-355.59					
5	-504.50	.0	-162.12	292.91					
		4.0	-162.12	-355.59					
6	-583.97	.0	162.12	-292.91					
		4.0	162.12	355.59					
-----									
31	1	-384.99	.0	375.35	-657.18				
			4.0	375.35	844.20				
	2	-434.44	.0	490.63	-965.14				
			4.0	490.63	997.38				
	3	-388.01	.0	453.79	-803.82				
			4.0	453.79	1011.34				
4	-337.25	.0	295.22	-573.92					
		4.0	295.22	606.97					
5	-222.11	.0	162.01	-307.53					
		4.0	162.01	340.52					

## 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
6		-272.88						
			.0	320.58	-537.42			
			4.0	320.58	744.88			
6								
1	263.23							
			.0	520.96	-1144.88			
			3.0	263.53	279.23			
			6.0	6.10	931.03			
			9.0	-251.33	810.52			
			12.0	-508.77	-82.27			
			15.0	-601.29	-1747.33			
2	432.90							
			.0	843.36	-1883.57			
			3.0	417.90	469.96			
			6.0	-7.55	1547.09			
			9.0	-433.01	1347.85			
			12.0	-858.47	-127.75			
			15.0	-976.17	-2879.67			
3	80.38							
			.0	433.02	-140.30			
			3.0	148.37	1021.82			
			6.0	-136.29	1329.94			
			9.0	-420.95	784.11			
			12.0	-705.60	-615.70			
			15.0	-796.91	-2869.43			
4	500.42							
			.0	708.07	-2386.25			
			3.0	423.41	-398.99			
			6.0	138.75	734.27			
			9.0	-145.90	1013.56			
			12.0	-430.56	438.89			
			15.0	-521.86	-989.72			
5	379.24							
			.0	472.43	-1858.97			
			3.0	306.93	-530.90			
			6.0	141.44	300.68			
			9.0	-24.05	635.78			
			12.0	-189.54	474.41			
			15.0	-249.02	-183.43			
6	-40.80							
			.0	197.38	386.98			
			3.0	31.89	889.91			
			4.6	.00	915.56			
			6.0	-133.60	996.35			
			9.0	-299.09	406.32			
			12.0	-464.59	-580.19			
			15.0	-524.07	-2063.14			
7								
1	171.94							
			.0	565.88	-1607.78			
			3.0	308.44	-48.92			
			6.0	51.01	737.62			
			7.7	.00	779.81			
			9.0	-206.42	751.86			
			12.0	-463.85	-6.19			
			15.0	-556.38	-1536.51			
2	281.55							
			.0	917.22	-2645.73			
			3.0	491.76	-70.61			
			6.0	66.31	1228.10			
			7.7	-.00	1284.12			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL				
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ			
3	25.09	9.0	-359.15	1250.44						
		12.0	-784.61	-3.59						
		15.0	-902.31	-2533.93						
		.0	514.77	-996.11						
		3.0	230.11	411.24						
		6.0	-54.54	964.60						
		9.0	-339.20	664.00						
		12.0	-623.86	-490.58						
		15.0	-715.16	-2499.08						
		4	353.52	.0	725.42	-2552.35				
				3.0	440.76	-513.02				
				6.0	156.11	672.30				
				9.0	-128.55	1003.65				
				12.0	-413.20	481.04				
				15.0	-504.51	-895.51				
.0	469.11			-1811.69						
3.0	303.61			-493.58						
6.0	138.12			328.03						
9.0	-27.37			653.17						
12.0	-192.86			481.83						
15.0	-252.34			-185.97						
5	274.75			.0	258.45	-255.45				
				3.0	92.96	430.69				
				6.0	-72.53	620.34				
		9.0	-238.02	313.51						
		12.0	-403.52	-489.79						
		15.0	-463.00	-1789.54						
		6	-53.68	.0	556.38	-1536.51				
				3.0	298.94	-6.16				
				6.0	41.51	751.87				
				7.3	.00	779.81				
				9.0	-215.92	737.61				
				12.0	-473.35	-48.95				
				15.0	-565.88	-1607.78				
				1	171.94	.0	902.31	-2533.93		
						3.0	476.85	-3.53		
6.0	51.40					1250.46				
7.3	-.00					1284.12				
9.0	-374.06					1228.08				
12.0	-799.51					-70.67				
15.0	-917.22					-2645.73				
2	281.55					.0	505.72	-901.57		
		3.0	221.06			478.63				
		6.0	-63.60			1004.84				
		9.0	-348.25			677.09				
		12.0	-632.91			-504.64				
		15.0	-724.21			-2540.29				
		3	79.45			.0	713.96	-2493.02		
						3.0	429.30	-488.10		
				6.0	144.64	662.83				
				9.0	-140.01	959.79				
				12.0	-424.67	402.78				

8

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	220.39		15.0	-515.98	-1008.17			
			.0	461.79	-1783.48			
			3.0	296.30	-487.32			
			6.0	130.80	312.34			
			9.0	-34.69	615.53			
			12.0	-200.18	422.24			
			15.0	-259.66	-267.51			
6	.68		.0	253.55	-192.03			
			3.0	88.06	479.41			
			6.0	-77.43	654.35			
			9.0	-242.93	332.83			
			12.0	-408.42	-485.17			
			15.0	-467.90	-1799.63			
		9 -----						
1	263.23		.0	601.29	-1747.33			
			3.0	343.86	-82.24			
			6.0	86.43	810.54			
			9.0	-171.01	931.02			
			12.0	-428.44	279.20			
			15.0	-520.96	-1144.88			
		2	432.90		.0	976.17	-2879.67	
	3.0			550.71	-127.69			
	6.0			125.26	1347.88			
	9.0			-300.20	1547.08			
	12.0			-725.65	469.91			
	15.0			-843.36	-1883.57			
3	228.93				.0	527.22	-1022.45	
			3.0	242.56	422.27			
			6.0	-42.09	1012.99			
			9.0	-326.75	749.74			
			12.0	-611.40	-367.47			
			15.0	-702.71	-2338.62			
		4	351.87		.0	791.55	-2836.71	
	3.0			506.89	-598.99			
	6.0			222.24	784.71			
	9.0			-62.42	1314.46			
	12.0			-347.07	990.23			
	15.0			-438.38	-187.94			
5	230.69				.0	518.71	-2030.42	
			3.0	353.22	-563.50			
			6.0	187.72	406.92			
			9.0	22.23	880.87			
			10.1	.00	893.33			
			12.0	-143.26	858.34			
			15.0	-202.74	339.34			
6	107.75		.0	254.38	-216.16			
			3.0	88.89	457.77			
			6.0	-76.61	635.20			
			9.0	-242.10	316.16			
			12.0	-407.59	-499.36			
			15.0	-467.07	-1811.33			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
15 -----								
1	-398.72		.0	501.46	-884.49			
			3.0	244.03	481.12			
			6.0	-13.40	1074.40			
			9.0	-270.84	895.40			
			12.0	-528.27	-55.91			
			15.0	-620.79	-1779.47			
2	-655.81		.0	811.19	-1454.50			
			3.0	385.73	802.51			
			6.0	-39.73	1783.12			
			9.0	-465.18	1487.36			
			12.0	-890.64	-84.77			
			15.0	-1008.35	-2933.21			
3	-652.98		.0	455.80	-302.63			
			3.0	171.15	927.83			
			6.0	-113.51	1304.30			
			9.0	-398.17	826.80			
			12.0	-682.82	-504.67			
			15.0	-774.13	-2690.06			
4	-226.82		.0	642.19	-1648.87			
			3.0	357.54	140.77			
			6.0	72.88	1076.42			
			8.4	.00	1163.68			
			9.0	-211.77	1158.09			
			12.0	-496.43	385.79			
			15.0	-587.74	-1240.43			
5	-43.24		.0	415.56	-1241.72			
			3.0	250.07	-84.24			
			6.0	84.58	576.75			
			9.0	-80.91	741.26			
			12.0	-246.41	409.29			
			15.0	-305.89	-419.13			
6	-469.40		.0	229.17	104.52			
			3.0	63.68	702.82			
			6.0	-101.81	804.63			
			9.0	-267.30	409.97			
			12.0	-432.80	-481.17			
			15.0	-492.28	-1868.76			
16 -----								
1	-149.28		.0	579.90	-1741.80			
			3.0	322.46	-140.88			
			6.0	65.03	687.71			
			8.1	.00	756.27			
			9.0	-192.40	744.01			
			12.0	-449.83	28.01			
			15.0	-542.36	-1460.26			
2	-245.67		.0	940.00	-2864.42			
			3.0	514.54	-220.97			
			6.0	89.08	1146.07			
			8.3	-.00	1247.20			
			9.0	-336.37	1235.75			
			12.0	-761.83	51.06			
			15.0	-879.53	-2410.95			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ	
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT		
3	-344.50		.0	530.59	-1140.37				
			3.0	245.93	314.45				
			6.0	-38.73	915.27				
			9.0	-323.38	662.12				
			12.0	-608.04	-445.00				
			15.0	-699.34	-2406.04				
4	15.02		.0	740.36	-2702.73				
			3.0	455.70	-618.59				
			6.0	171.05	611.54				
			9.0	-113.61	987.71				
			12.0	-398.27	509.91				
			15.0	-489.57	-821.82				
5	83.80		.0	477.68	-1900.91				
			3.0	312.18	-557.09				
			6.0	146.69	290.24				
			9.0	-18.80	641.09				
			12.0	-184.29	495.46				
			15.0	-243.77	-146.63				
6	-275.73		.0	267.90	-338.55				
			3.0	102.41	375.95				
			6.0	-63.08	593.96				
			9.0	-228.57	315.49				
			12.0	-394.06	-459.45				
			15.0	-453.54	-1730.84				
-----									
17	1	-149.28	.0	542.36	-1460.26				
			3.0	284.92	28.04				
			6.0	27.49	744.02				
			6.9	.00	756.27				
			9.0	-229.94	687.70				
	2	-245.67		12.0	-487.37	-140.92			
				15.0	-579.90	-1741.80			
				.0	879.53	-2410.95			
				3.0	454.08	51.11			
				6.0	28.62	1236.77			
3	-445.26		6.7	-.00	1247.20				
			9.0	-396.84	1146.05				
			12.0	-822.29	-221.03				
			15.0	-940.00	-2864.42				
			.0	489.59	-821.92				
4	115.78		3.0	204.93	509.89				
			6.0	-79.73	987.70				
			9.0	-364.38	611.55				
			12.0	-649.04	-618.57				
			15.0	-740.35	-2702.62				
5	184.55		.0	699.33	-2405.95				
			3.0	414.67	-444.90				
			6.0	130.02	662.15				
			9.0	-154.64	915.23				
			12.0	-439.29	314.35				
			15.0	-530.60	-1140.48				
			.0	453.53	-1730.75				

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.0	288.04	-459.37			
			6.0	122.55	315.52			
			9.0	-42.95	593.93			
			12.0	-208.44	375.87			
			15.0	-267.92	-338.65			
6	-376.48		.0	243.79	-146.72			
			3.0	78.29	495.42			
			6.0	-87.20	641.07			
			9.0	-252.69	290.25			
			12.0	-418.18	-557.05			
			15.0	-477.66	-1900.80			
18								
1	-398.72		.0	620.79	-1779.47			
			3.0	363.36	-55.87			
			6.0	105.93	895.41			
			9.0	-151.51	1074.40			
			12.0	-408.94	481.09			
			15.0	-501.46	-884.49			
2	-655.81		.0	1008.35	-2933.21			
			3.0	582.89	-84.70			
			6.0	157.43	1487.39			
			9.0	-268.02	1783.11			
			12.0	-693.48	802.47			
			15.0	-811.19	-1454.50			
3	-707.39		.0	590.28	-1253.07			
			3.0	305.62	380.82			
			6.0	20.96	1160.71			
			6.7	.00	1167.93			
			9.0	-263.69	1086.63			
			12.0	-548.35	158.59			
			15.0	-639.65	-1623.39			
4	-172.42		.0	771.59	-2677.42			
			3.0	486.93	-499.60			
			6.0	202.27	824.22			
			9.0	-82.38	1294.07			
			12.0	-367.04	909.95			
			15.0	-458.35	-328.11			
5	11.16		.0	489.73	-1856.12			
			3.0	324.24	-476.12			
			6.0	158.75	407.38			
			9.0	-6.74	794.40			
			12.0	-172.23	684.95			
			15.0	-231.71	79.04			
6	-523.81		.0	308.43	-431.77			
			3.0	142.93	404.29			
			6.0	-22.56	743.87			
			9.0	-188.05	586.97			
			12.0	-353.54	-66.41			
			15.0	-413.02	-1216.24			
22								
1	156.68		.0	520.98	-1146.02			
			3.0	263.54	278.13			
			6.0	6.11	929.96			



## 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
	9.0	-251.32	809.50			
	12.0	-508.75	-83.27			
	15.0	-601.28	-1748.29			
2	269.74					
	.0	842.83	-1883.01			
	3.0	417.37	468.95			
	6.0	-8.08	1544.49			
	9.0	-433.54	1343.67			
	12.0	-858.99	-133.52			
	15.0	-976.70	-2887.02			
3	-49.85					
	.0	450.79	-289.23			
	3.0	166.14	926.19			
	6.0	-118.52	1287.63			
	9.0	-403.18	795.10			
	12.0	-687.83	-551.40			
	15.0	-779.14	-2751.83			
4	403.09					
	.0	689.98	-2238.31			
	3.0	405.33	-305.30			
	6.0	120.67	773.71			
	9.0	-163.99	998.75			
	12.0	-448.64	369.82			
	15.0	-539.95	-1113.04			
5	327.20					
	.0	454.51	-1711.27			
	3.0	289.02	-436.95			
	6.0	123.52	340.87			
	9.0	-41.97	622.22			
	12.0	-207.46	407.08			
	15.0	-266.94	-304.51			
6	-125.75					
	.0	215.32	237.82			
	3.0	49.82	794.55			
	5.5	.00	857.15			
	6.0	-115.67	854.80			
	9.0	-281.16	418.57			
	12.0	-446.65	-514.14			
	15.0	-506.13	-1943.29			
23						
1	156.68					
	.0	601.28	-1748.29			
	3.0	343.85	-83.23			
	6.0	86.41	809.51			
	9.0	-171.02	929.96			
	12.0	-428.45	278.10			
	15.0	-520.98	-1146.02			
2	269.74					
	.0	976.70	-2887.02			
	3.0	551.24	-133.45			
	6.0	125.79	1343.70			
	9.0	-299.67	1544.48			
	12.0	-725.13	468.89			
	15.0	-842.83	-1883.01			
3	28.36					
	.0	539.89	-1112.80			
	3.0	255.24	369.93			
	6.0	-29.42	998.67			
	9.0	-314.07	773.45			
	12.0	-598.73	-305.75			
	15.0	-690.04	-2238.87			

## 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
4	324.88		.0	779.19	-2752.07			
			3.0	494.54	-551.43			
			6.0	209.88	795.20			
			9.0	-74.78	1287.87			
			12.0	-359.43	926.57			
			15.0	-450.74	-288.67			
5	248.98		.0	506.19	-1943.53			
			3.0	340.69	-514.18			
			6.0	175.20	418.67			
			9.0	9.71	855.04			
			9.5	.00	857.42			
			12.0	-155.78	794.94			
6	-47.53		15.0	-215.26	238.37			
			.0	266.89	-304.27			
			3.0	101.39	407.18			
			6.0	-64.10	622.14			
			9.0	-229.59	340.62			
			12.0	-395.08	-437.38			
	15.0	-454.56	-1711.82					
-----								
27								
1	56.70		.0	533.47	-1266.81			
			3.0	276.04	194.82			
			6.0	18.60	884.14			
			6.6	.00	889.75			
			9.0	-238.83	801.15			
			12.0	-496.26	-54.12			
2	-43.70		15.0	-588.78	-1681.66			
			.0	855.78	-2006.68			
			3.0	430.32	384.12			
			6.0	4.87	1498.51			
			9.0	-420.59	1336.54			
			12.0	-846.05	-101.80			
3	-316.63		15.0	-963.75	-2816.46			
			.0	505.53	-766.93			
			3.0	220.88	612.72			
			6.0	-63.78	1138.38			
			9.0	-348.44	810.07			
			12.0	-633.09	-372.21			
4	356.14		15.0	-724.40	-2408.42			
			.0	658.06	-1980.28			
			3.0	373.40	-143.03			
			6.0	88.75	840.21			
			9.0	-195.91	969.49			
			12.0	-480.56	244.79			
5	372.84		15.0	-571.87	-1333.83			
			.0	419.21	-1421.05			
			3.0	253.72	-252.63			
			6.0	88.22	419.29			
			9.0	-77.27	594.74			
			12.0	-242.76	273.71			
6	-299.94		15.0	-302.24	-543.78			
			.0	266.68	-207.71			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.0	101.19	503.12			
			6.0	-64.30	717.46			
			9.0	-229.80	435.32			
			12.0	-395.29	-343.30			
			15.0	-454.77	-1618.36			
-----								
28								
1	56.70		.0	588.78	-1681.66			
			3.0	331.35	-54.09			
			6.0	73.92	801.17			
			8.4	.00	889.75			
			9.0	-183.51	884.13			
			12.0	-440.95	194.79			
			15.0	-533.47	-1266.81			
2	-43.70		.0	963.75	-2816.46			
			3.0	538.29	-101.74			
			6.0	112.84	1336.56			
			9.0	-312.62	1498.50			
			12.0	-738.07	384.07			
			15.0	-855.78	-2006.68			
3	-105.60		.0	572.29	-1335.97			
			3.0	287.63	243.96			
			6.0	2.98	969.89			
			9.0	-281.68	841.86			
			12.0	-566.33	-140.14			
			15.0	-657.64	-1976.08			
4	145.11		.0	723.98	-2406.28			
			3.0	439.32	-371.29			
			6.0	154.66	809.69			
			9.0	-129.99	1136.71			
			12.0	-414.65	609.76			
			15.0	-505.96	-771.13			
5	161.81		.0	454.35	-1616.23			
			3.0	288.85	-342.40			
			6.0	123.36	434.94			
			9.0	-42.13	715.79			
			12.0	-207.62	500.17			
			15.0	267.10	-211.91			
6	-88.91		.0	302.66	-545.91			
			3.0	137.17	272.86			
			6.0	-28.32	595.14			
			9.0	-193.81	420.94			
			12.0	-359.31	-249.73			
			15.0	-418.79	-1416.85			
-----								
32								
1	-375.35		.0	384.99	-844.20			
			3.0	185.81	246.71			
			6.0	-13.37	740.07			
			9.0	-212.54	635.89			
			12.0	-411.72	-65.82			
			15.0	-454.44	-1365.04			
2	-490.63		.0	434.44	-997.38			
			3.0	212.51	236.63			
			6.0	-9.41	804.84			

## FRAME ELEMENT FORCES

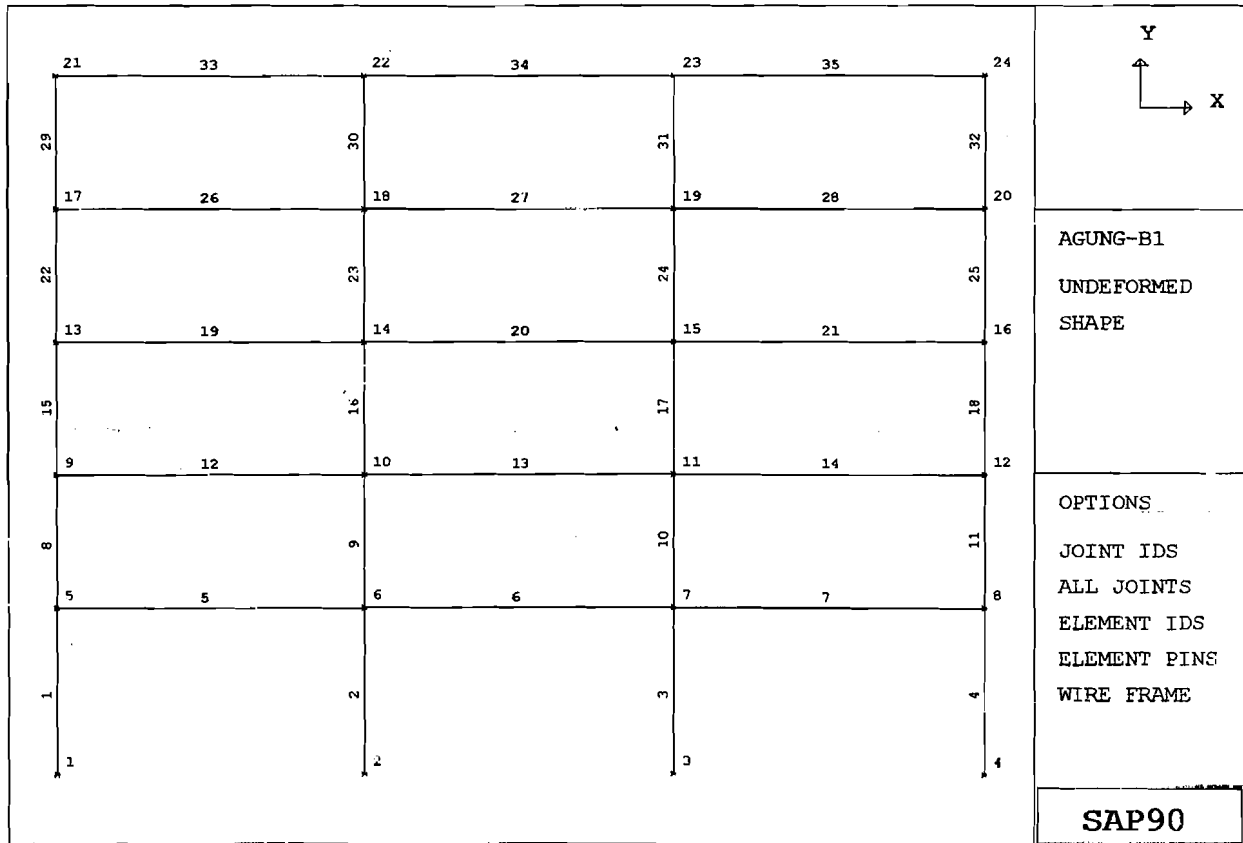
ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
		9.0	-231.33	707.29			
		12.0	-453.26	-56.03			
		15.0	-499.47	-1485.10			
3	-615.91	.0	337.55	-610.00			
		3.0	150.83	343.24			
		6.0	-35.90	736.30			
		9.0	-222.62	569.18			
		12.0	-409.35	-158.11			
		15.0	-448.96	-1445.54			
4	-133.10	.0	387.71	-1008.32			
		3.0	200.99	95.41			
		6.0	14.26	638.95			
		7.1	.00	646.65			
		9.0	-172.46	622.31			
		12.0	-359.18	45.51			
		15.0	-398.80	-1091.44			
5	.11	.0	272.57	-741.86			
		3.0	144.53	34.68			
		6.0	16.49	427.08			
		7.8	.00	441.93			
		9.0	-111.56	435.35			
		12.0	-239.60	59.49			
		15.0	-267.06	-700.48			
6	-482.70	.0	222.41	-343.54			
		3.0	94.37	282.52			
		6.0	-33.67	524.43			
		9.0	-161.72	382.22			
		12.0	-289.76	-144.12			
		15.0	-317.22	-1054.57			
33 -----							
1	-375.35	.0	454.44	-1365.04			
		3.0	255.26	-65.79			
		6.0	56.08	635.90			
		9.0	-143.10	740.06			
		12.0	-342.28	246.68			
		15.0	-384.99	-844.20			
2	-490.63	.0	499.47	-1485.10			
		3.0	277.54	-56.00			
		6.0	55.62	707.30			
		9.0	-166.30	804.84			
		12.0	-388.23	236.60			
		15.0	-434.44	-997.38			
3	-453.79	.0	398.50	-1089.96			
		3.0	211.77	46.12			
		6.0	25.05	622.01			
		7.9	.00	645.76			
		9.0	-161.68	637.72			
		12.0	-348.40	93.27			
		15.0	-388.01	-1011.34			
4	-295.22	.0	449.26	-1447.03			
		3.0	262.53	-158.66			
		6.0	75.81	569.51			
		9.0	-110.91	737.51			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL	
ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
			12.0	-297.64	345.35			
			15.0	-337.25	-606.97			
5	-162.01		.0	317.52	-1056.06			
			3.0	189.48	-144.69			
			6.0	61.43	382.55			
			9.0	-66.61	525.65			
			12.0	-194.65	284.62			
			15.0	-222.11	-340.52			
6	-320.58		.0	266.76	-698.99			
			3.0	138.71	60.10			
			6.0	10.67	435.04			
			7.2	.00	441.26			
			9.0	-117.37	425.86			
			12.0	-245.42	32.54			
			15.0	-272.88	-744.88			

PORTAL MELINTANG TIPE B

## PORTAL MELINTANG TIPE B



DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-B1

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPE B (3X15)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0  
4 X=27 Y=0 Z=0 G=1,4,1  
5 X=0 Y=5 Z=0  
8 X=27 Y=0 Z=0  
21 X=0 Y=21 Z=0  
24 X=27 Y=0 Z=0 Q=5,8,21,24,1,4

RESTRAINS

1,24,1 R=0,0,1,1,1,0  
1,4,1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3 NL=4

1 A=0.0441 I=2.6138E-3 E=2E8 :BALOK ATAP (W27X84)  
2 A=0.0566 I=7.1468E-3 E=2E8 :BALOK LANTAI  
(W36X150)  
3 A=0.0911 I=2.7642E-3 E=2.3997E8 :KOLOM (W14X283)  
1 WG=0,-9.67,0 PLD=3,-195.954,0,6,-195.954,0 :BEBAN MATI BALOK  
ATAP  
2 WG=0,-2,0 PLD=3,-44.4,0,6,-44.4,0 :BEBAN HIDUP BALOK  
ATAP  
3 WG=0,-20.93,0 PLD=3,-209.946,0,6,-209.946,0 :BEBAN MATI BALOK  
LANTAI  
4 WG=0,-8,0 PLD=3,-177.6,0,6,-177.6,0 :BEBAN HIDUP BALOK  
LANTAI  
C KOLOM  
1,1,5 G=3,1,1,1 M=3 NSL=0 LP=1  
8,5,9 G=3,1,1,1  
15,9,13 G=3,1,1,1  
22,13,17 G=3,1,1,1  
29,17,21 G=3,1,1,1  
C BALOK  
5,5,6 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4 LP=1 :BALOK LANTAI  
12,9,10 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
19,13,14 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
26,17,18 G=2,1,1,1 M=2 NSL=3,4  
33,21,22 G=2,1,1,1 M=1 NSL=1,2 :BALOK ATAP

LOADS

5 F=95.1574 L=3 :BEBAN GEMPA  
9 F=170.046  
13 F=245.622  
17 F=321.198  
21 F=222.929

COMBO

1 C=1.4  
2 C=1.2,1.6  
3 C=1.2,0.5,1.5  
4 C=1.2,0.5,-1.5  
5 C=0.9,0,-1.5  
6 C=0.9,0,1.5



PROGRAM: SAP90/FILE: agung-b1.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPE B (3X15)M

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	-1957.45		.0	-72.48	126.81			
			5.0	-72.48	-235.59			
2	-3065.33		.0	-122.06	213.51			
			5.0	-122.06	-396.81			
3	-1389.65		.0	276.32	-942.00			
			5.0	276.32	439.62			
4	-2833.17		.0	-438.03	1224.89			
			5.0	-438.03	-965.28			
5	-1980.12		.0	-403.77	1164.96			
			5.0	-403.77	-853.90			
6	-536.59		.0	310.58	-1001.93			
			5.0	310.58	551.00			
2								
1	-4157.72		.0	3.31	-3.64			
			5.0	3.31	12.91			
2	-6533.68		.0	5.95	-6.79			
			5.0	5.95	-22.96			
3	-4598.83		.0	442.35	-1221.33			
			5.0	442.35	990.43			
4	-4384.90		.0	-434.73	1212.79			
			5.0	-434.73	-960.86			
5	-2565.85		.0	-436.41	1214.72			
			5.0	-436.41	-967.35			
6	-2779.79		.0	440.67	-1219.40			
			5.0	440.67	983.95			
3								
1	-4157.72		.0	-3.31	3.64			
			5.0	-3.31	-12.91			
2	-6533.68		.0	-5.95	6.79			
			5.0	-5.95	-22.96			
3	-4394.59		.0	431.91	-1205.12			
			5.0	431.91	954.43			
4	-4589.13		.0	-439.53	1213.66			
			5.0	-439.53	-983.99			
5	-2770.09		.0	-437.85	1211.73			
			5.0	-437.85	-977.51			
6	-2575.55		.0	433.59	-1207.05			
			5.0	433.59	960.91			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4 -----								
1	-1957.45		.0	72.48	-126.81			
			5.0	72.48	235.59			
2	-3065.33		.0	122.06	-213.51			
			5.0	122.06	396.81			
3	-2823.48		.0	431.85	-1205.69			
			5.0	431.85	953.54			
4	-1399.35		.0	-270.13	922.79			
			5.0	-270.13	-427.88			
5	-546.29		.0	-304.40	982.72			
			5.0	-304.40	-539.26			
6	-1970.42		.0	397.58	-1145.76			
			5.0	397.58	842.16			
8 -----								
1	-1559.53		.0	-170.44	353.97			
			4.0	-170.44	-327.78			
2	-2406.64		.0	-286.72	595.81			
			4.0	-286.72	-551.05			
3	-1193.23		.0	71.54	-83.91			
			4.0	71.54	202.25			
4	-2148.94		.0	-451.61	873.47			
			4.0	-451.61	-932.97			
5	-1480.41		.0	-371.14	706.24			
			4.0	-371.14	-778.33			
6	-524.70		.0	152.01	-251.14			
			4.0	152.01	356.90			
9 -----								
1	-3278.29		.0	12.40	-30.75			
			4.0	12.40	18.85			
2	-5072.22		.0	22.36	-54.41			
			4.0	22.36	35.03			
3	-3573.25		.0	476.06	-944.00			
			4.0	476.06	960.25			
4	-3460.58		.0	-447.47	873.75			
			4.0	-447.47	-916.14			
5	-2051.13		.0	-453.80	889.11			
			4.0	-453.80	-926.08			
6	-2163.81		.0	469.74	-928.65			
			4.0	469.74	950.32			
10 -----								
1	-3278.29		.0	-12.40	30.75			
			4.0	-12.40	-18.85			

## 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
11 -----								
2	-5072.22		.0	-22.36	54.41			
			4.0	-22.36	-35.03			
3	-3466.91		.0	444.31	-867.29			
			4.0	444.31	909.93			
4	-3566.92		.0	-472.90	937.54			
			4.0	-472.90	-954.05			
5	-2157.47		.0	-466.57	922.19			
			4.0	-466.57	-944.11			
6	-2057.47		.0	450.63	-882.65			
			4.0	450.63	919.87			
11 -----								
1	-1559.53		.0	170.44	-353.97			
			4.0	170.44	327.78			
2	-2406.64		.0	286.72	-595.81			
			4.0	286.72	551.05			
3	-2142.61		.0	447.78	-866.33			
			4.0	447.78	924.79			
4	-1199.56		.0	-67.71	76.77			
			4.0	-67.71	-194.07			
5	-531.03		.0	-148.18	244.00			
			4.0	-148.18	-348.71			
6	-1174.08		.0	367.31	-699.10			
			4.0	367.31	770.15			
15 -----								
1	-1149.66		.0	-167.79	333.83			
			4.0	-167.79	-337.34			
2	-1728.37		.0	-281.41	560.38			
			4.0	-281.41	-565.28			
3	-943.60		.0	36.94	-32.94			
			4.0	36.94	114.81			
4	-1491.58		.0	-410.58	776.62			
			4.0	-410.58	-865.69			
5	-1013.06		.0	-331.62	619.39			
			4.0	-331.62	-707.11			
6	-465.08		.0	115.89	-190.18			
			4.0	115.89	273.39			
16 -----								
1	-2410.81		.0	.71	-.63			
			4.0	.71	2.23			
2	-3630.34		.0	1.93	-3.51			
			4.0	1.93	4.21			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ		
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT			
3	-2582.54		.0	373.26	-713.71					
			4.0	373.26	779.33					
			4	-2527.73	.0	-371.21	710.78			
					4.0	-371.21	-774.07			
			5	-1522.40	.0	-371.78	711.85			
					4.0	-371.78	-775.27			
6	-1577.21	.0	372.70	-712.65						
		4.0	372.70	778.13						
-----										
17										
1	-2410.81		.0	-.71	.63					
			4.0	-.71	-2.23					
2	-3630.34		.0	-1.93	3.51					
			4.0	-1.93	-4.21					
3	-2531.00		.0	368.07	-704.60					
			4.0	368.07	767.69					
4	-2579.27		.0	-370.12	707.53					
			4.0	-370.12	-772.95					
5	-1573.94		.0	-369.55	706.46					
			4.0	-369.55	-771.75					
6	-1525.67		.0	368.64	-705.66					
			4.0	368.64	768.88					
-----										
18										
1	-1149.66		.0	167.79	-333.83					
			4.0	167.79	337.34					
2	-1728.37		.0	281.41	-560.38					
			4.0	281.41	565.28					
3	-1488.32		.0	406.35	-767.91					
			4.0	406.35	857.50					
4	-946.87		.0	-32.71	24.23					
			4.0	-32.71	-106.62					
5	-468.35		.0	-111.67	181.47					
			4.0	-111.67	-265.20					
6	-1009.79		.0	327.40	-610.68					
			4.0	327.40	698.92					
-----										
22										
1	-734.97		.0	-169.72	343.53					
			4.0	-169.72	-335.36					
2	-1043.25		.0	-289.86	574.29					
			4.0	-289.86	-585.16					
3	-639.84		.0	-36.35	131.02					
			4.0	-36.35	-14.36					

## 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
23	4	-878.40	.0	-344.85	632.79			
			4.0	-344.85	-746.60			
	5	-591.76	.0	-263.36	471.72			
			4.0	-263.36	-581.71			
	6	-353.20	.0	45.14	-30.04			
			4.0	45.14	150.53			
24	1	-1548.15	.0	-6.75	8.43			
			4.0	-6.75	-18.57			
	2	-2195.31	.0	-1.66	-.14			
			4.0	-1.66	-6.77			
	3	-1605.11	.0	254.06	-473.68			
			4.0	254.06	542.56			
	4	-1591.57	.0	-263.05	483.53			
			4.0	-263.05	-568.68			
	5	-988.47	.0	-262.90	484.03			
			4.0	-262.90	-567.56			
	6	-1002.01	.0	254.22	-473.19			
			4.0	254.22	543.68			
25	1	-1548.15	.0	6.75	-8.43			
			4.0	6.75	18.57			
	2	-2195.31	.0	1.66	.14			
			4.0	1.66	6.77			
	3	-1591.70	.0	259.89	-477.72			
			4.0	259.89	561.03			
	4	-1604.97	.0	-250.90	467.87			
			4.0	-250.90	-535.71			
	5	-1001.88	.0	-251.05	467.38			
			4.0	-251.05	-536.83			
	6	-988.61	.0	259.73	-478.22			
			4.0	259.73	560.71			
25	1	734.97	.0	169.72	-343.53			
			4.0	169.72	335.36			
	2	-1043.25	.0	289.86	-574.29			
			4.0	289.86	585.16			
	3	-878.27	.0	338.59	-623.39			
			4.0	338.59	730.96			
	4	-639.97	.0	42.61	-140.41			
			4.0	42.61	30.01			

## 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	
29	5	-353.33	.0	-38.88	20.65				
			4.0	-38.88	-134.89				
	6	-591.63	.0	257.10	-462.33				
			4.0	257.10	566.06				
			-----						
			1	-317.40	.0	-220.41	367.20		
		4.0	-220.41	-514.42					
2	-358.85	.0	-288.67	549.29					
		4.0	-288.67	-605.39					
3	-272.69	.0	-169.57	309.95					
		4.0	-169.57	-368.34					
4	-325.67	.0	-270.61	466.13					
		4.0	-270.61	-616.31					
5	-230.53	.0	-192.21	314.14					
		4.0	-192.21	-454.69					
6	-177.55	.0	-91.17	157.97					
		4.0	-91.17	-206.71					
30	-----								
	1	-688.37	.0	12.71	-17.91				
			4.0	12.71	32.92				
	2	-759.56	.0	9.82	-19.09				
			4.0	9.82	20.17				
	3	-642.27	.0	124.61	-235.87				
			4.0	124.61	262.58				
	4	-643.75	.0	-103.50	202.83				
			4.0	-103.50	-211.17				
	5	-443.26	.0	-105.89	207.84				
			4.0	-105.89	-215.71				
	6	-441.79	.0	122.23	-230.87				
4.0			122.23	258.04					
31	-----								
	1	-688.37	.0	-12.71	17.91				
			4.0	-12.71	-32.92				
	2	-759.56	.0	-9.82	19.09				
			4.0	-9.82	-20.17				
	3	-643.07	.0	105.04	-206.47				
			4.0	105.04	213.69				
	4	-642.95	.0	-126.15	239.51				
			4.0	-126.15	-265.10				
	5	-442.46	.0	-123.77	234.51				
			4.0	-123.77	-260.56				

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6	-442.58		.0	107.43	-211.48			
			4.0	107.43	218.23			
-----								
32								
1	-317.40		.0	220.41	-367.20			
			4.0	220.41	514.42			
2	-358.85		.0	288.67	-549.29			
			4.0	288.67	605.39			
3	-326.35		.0	274.31	-477.16			
			4.0	274.31	620.09			
4	-272.01		.0	165.87	-298.92			
			4.0	165.87	364.56			
5	-176.87		.0	87.47	-146.93			
			4.0	87.47	202.93			
6	-231.21		.0	195.91	-325.18			
			4.0	195.91	458.46			
-----								
5								
1	97.96		.0	397.91	-589.56			
			3.0	16.08	472.32			
			3.5	.00	476.74			
			6.0	-365.75	388.70			
			9.0	-453.65	-840.39			
2	164.65		.0	658.69	-992.62			
			3.0	8.85	812.84			
			3.2	.00	813.87			
			6.0	-641.00	668.74			
			9.0	-754.74	-1424.85			
3	62.04		.0	196.42	523.53			
			3.0	-231.67	981.75			
			6.0	-659.75	155.72			
			9.0	-747.10	-1954.54			
4	156.31		.0	684.23	-1838.75			
			3.0	256.15	82.94			
			6.0	-171.93	720.36			
			9.0	-259.28	73.55			
5	110.11		.0	499.71	-1560.14			
			3.0	254.25	-145.77			
			6.0	8.79	532.20			
			6.5	.00	534.25			
			9.0	-47.73	473.79			
6	15.84		.0	11.89	802.14			
			.6	.00	805.89			
			3.0	-233.57	753.04			
			6.0	-479.03	-32.44			
			9.0	-535.54	-1554.30			
-----								
6								
1	88.87		.0	425.78	-796.73			
			3.0	43.95	348.76			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	
2	148.24		4.5	.00	381.72		
			6.0	-337.88	348.75		
			9.0	-425.78	-796.73		
			.0	706.72	-1347.48		
			3.0	56.87	602.05		
3	28.33		4.5	.00	644.71		
			6.0	-592.97	602.03		
			9.0	-706.72	-1347.48		
			.0	278.48	-20.11		
			3.0	-149.60	684.31		
4	169.05		6.0	-577.69	104.47		
			9.0	-665.03	-1759.60		
			.0	665.03	-1761.07		
			3.0	236.95	103.01		
			6.0	-191.13	682.83		
5	127.49		9.0	-278.48	-21.58		
			.0	466.99	-1382.67		
			3.0	221.53	-66.45		
			6.0	-23.93	513.38		
			9.0	-80.44	356.82		
6	-13.23		.0	80.44	358.30		
			3.0	-165.02	514.85		
			6.0	-410.48	-64.99		
			9.0	-466.99	-1381.19		
			-----				
1	97.96		.0	453.65	-840.39		
			3.0	71.82	388.71		
			5.5	.00	476.74		
			6.0	-310.01	472.31		
			9.0	-397.91	-589.56		
2	164.65		.0	754.74	-1424.85		
			3.0	104.90	668.76		
			5.8	.00	813.87		
			6.0	-544.94	812.82		
			9.0	-658.69	-992.62		
3	15.93		.0	262.65	62.12		
			3.0	-165.44	719.04		
			6.0	-593.52	91.70		
			9.0	-680.87	-1819.87		
			4	202.42		.0	743.73
3.0	315.65	157.06					
6.0	-112.44	972.97					
9.0	-199.78	504.65					
5	156.22					.0	532.18
			3.0	286.71	-31.10		
			6.0	41.25	744.27		
			8.2	.00	789.44		
			9.0	-15.26	783.26		
6	-30.27		.0	51.09	462.37		
			2.7	.00	531.66		



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.0	-194.37	530.87			
			6.0	-439.83	-137.01			
			9.0	-496.34	-1541.26			
12								
	1	-2.65	.0	409.87	-661.61			
			3.0	28.04	436.15			
			4.0	.00	449.56			
			6.0	-353.79	388.40			
			9.0	-441.69	-804.81			
	2	-5.30	.0	678.27	-1111.43			
			3.0	28.43	752.76			
			3.7	.00	763.41			
			6.0	-621.42	667.40			
			9.0	-735.16	-1367.46			
	3	-220.47	.0	249.63	235.20			
			3.0	-178.46	853.05			
			6.0	-606.54	186.65			
			9.0	-693.89	-1763.98			
	4	214.04	.0	657.36	-1709.60			
			3.0	229.27	131.45			
			6.0	-198.81	688.23			
			9.0	-286.16	-39.22			
	5	215.55	.0	467.35	-1397.72			
			3.0	221.89	-80.42			
			6.0	-23.57	500.48			
			9.0	-80.08	345.00			
	6	-218.95	.0	59.63	547.07			
			3.0	-185.84	641.18			
			6.0	-431.30	-1.11			
			9.0	-487.81	-1379.76			
13								
	1	9.04	.0	425.78	-785.34			
			3.0	43.95	360.16			
			4.5	.00	393.12			
			6.0	-337.88	360.15			
			9.0	-425.78	-785.34			
	2	15.13	.0	706.72	-1328.92			
			3.0	56.87	620.61			
			4.5	.00	663.27			
			6.0	-592.97	620.59			
			9.0	-706.72	-1328.92			
	3	-117.66	.0	296.82	-90.01			
			3.0	-131.26	669.43			
			6.0	-559.34	144.62			
			9.0	-646.69	-1664.42			
	4	137.78	.0	646.69	-1666.14			
			3.0	218.61	142.92			
			6.0	-209.48	667.71			
			9.0	-296.82	-91.73			
	5	133.53	.0	448.65	-1292.92			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
		3.0	203.19	-31.73			
		6.0	-42.27	493.07			
		9.0	-98.78	281.48			
6	-121.91	.0	98.78	283.21			
		3.0	-146.68	494.79			
		6.0	-392.14	-30.02			
		9.0	-448.65	-1291.20			
-----							
14							
1	-2.65	.0	441.69	-804.81			
		3.0	59.86	388.41			
		5.0	.00	449.56			
		6.0	-321.97	436.14			
		9.0	-409.87	-661.61			
2	-5.30	.0	735.16	-1367.46			
		3.0	85.32	667.41			
		5.3	.00	763.41			
		6.0	-564.52	752.74			
		9.0	-678.27	-1111.43			
3	-41.43	.0	289.22	-49.89			
		3.0	-138.86	686.75			
		6.0	-566.95	139.14			
		9.0	-654.29	-1692.70			
4	35.00	.0	690.82	-1753.30			
		3.0	262.74	188.15			
		6.0	-165.34	845.35			
		9.0	-252.69	218.30			
5	36.51	.0	484.75	-1369.09			
		3.0	239.28	.40			
		6.0	-6.18	633.48			
		9.0	-62.69	530.18			
6	-39.91	.0	83.15	334.33			
		3.0	-162.32	498.99			
		6.0	-407.78	-72.73			
		9.0	-464.29	-1380.63			
-----							
19							
1	1.93	.0	414.69	-680.87			
		3.0	32.86	431.36			
		4.1	.00	449.79			
		6.0	-348.97	398.08			
		9.0	-436.87	-780.67			
2	8.45	.0	685.12	-1139.57			
		3.0	35.27	745.17			
		3.9	.00	761.58			
		6.0	-614.57	680.35			
		9.0	-728.32	-1333.95			
3	-295.15	.0	303.77	-16.21			
		3.0	-124.32	764.06			
		6.0	-552.40	260.08			
		9.0	-639.75	-1528.13			
4	302.70	.0	613.18	-1498.47			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.0	185.10	210.05			
			6.0	-242.99	634.31			
			9.0	-330.33	-225.66			
5	300.17		.0	421.30	-1178.83			
			3.0	175.83	.30			
			6.0	-69.63	443.03			
			9.0	-126.14	149.38			
6	-297.68		.0	111.88	303.43			
			3.0	-133.58	554.31			
			6.0	-379.04	68.79			
			9.0	-435.55	-1153.09			
-----								
20								
1	9.39		.0	425.78	-786.87			
			3.0	43.95	358.62			
			4.5	.00	391.58			
			6.0	-337.88	358.61			
			9.0	-425.78	-786.87			
2	12.03		.0	706.72	-1329.60			
			3.0	56.87	619.93			
			4.5	.00	662.59			
			6.0	-592.97	619.92			
			9.0	-706.72	-1329.60			
3	-175.95		.0	337.69	-275.12			
			3.0	-90.39	606.92			
			6.0	-518.48	204.71			
			9.0	-605.83	-1481.73			
4	194.54		.0	605.83	-1483.26			
			3.0	177.74	203.20			
			6.0	-250.34	605.39			
			9.0	-337.69	-276.65			
5	191.28		.0	407.79	-1109.92			
			3.0	162.32	28.68			
			6.0	-83.14	430.88			
			9.0	-139.65	96.70			
6	-179.21		.0	139.65	98.23			
			3.0	-105.81	432.41			
			6.0	-351.28	30.19			
			9.0	-407.79	-1108.39			
-----								
21								
1	1.93		.0	436.87	-780.67			
			3.0	55.04	398.09			
			4.9	.00	449.79			
			6.0	-326.79	431.35			
			9.0	-414.69	-680.87			
2	8.45		.0	728.32	-1333.95			
			3.0	78.47	680.37			
			5.1	.00	761.58			
			6.0	-571.37	745.15			
			9.0	-685.12	-1139.57			
3	-67.76		.0	333.47	-236.32			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.0	-94.61	633.07			
			6.0	-522.70	218.20			
			9.0	-610.04	-1480.89			
4	75.32		.0	636.61	-1517.47			
			3.0	208.53	261.35			
			6.0	-219.56	755.89			
			9.0	-306.90	-33.79			
5	72.78		.0	432.42	-1142.43			
			3.0	186.95	70.06			
			6.0	-58.51	546.14			
			9.0	-115.02	285.85			
6	-70.30		.0	129.28	138.71			
			3.0	-116.19	441.73			
			6.0	-361.65	8.45			
			9.0	-418.16	-1161.25			
-----								
26								
1	50.68		.0	417.57	-702.56			
			3.0	35.74	418.28			
			4.2	.00	440.08			
			6.0	-346.09	393.62			
			9.0	-434.00	-776.51			
2	-1.19		.0	684.40	-1134.45			
			3.0	34.56	748.14			
			3.9	.00	763.88			
			6.0	-615.29	681.17			
			9.0	-729.03	-1335.29			
3	-348.57		.0	367.15	-324.32			
			3.0	-60.93	646.11			
			6.0	-489.02	332.28			
			9.0	-576.36	-1265.78			
4	407.56		.0	552.73	-1212.73			
			3.0	124.65	314.45			
			6.0	-303.43	557.37			
			9.0	-390.78	-483.95			
5	410.65		.0	361.23	-895.85			
			3.0	115.76	103.07			
			6.0	-129.70	365.59			
			9.0	-186.21	-108.27			
6	-345.48		.0	175.64	-7.44			
			3.0	-69.82	434.73			
			6.0	-315.28	140.50			
			9.0	-371.79	-890.10			
-----								
27								
1	31.22		.0	425.78	-777.16			
			3.0	43.95	368.33			
			4.5	.00	401.29			
			6.0	-337.88	368.32			
			9.0	-425.78	-777.16			
2	-12.66		.0	706.72	1322.97			
			3.0	56.87	626.56			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			4.5	.00	669.21			
			6.0	-592.97	626.54			
			9.0	-706.72	-1322.97			
3	-219.12		.0	386.47	-487.34			
			3.0	-41.61	541.04			
			6.0	-469.70	285.17			
			9.0	-557.04	-1254.92			
4	248.01		.0	557.04	-1255.46			
			3.0	128.96	284.66			
			6.0	-299.12	540.51			
			9.0	-386.47	-487.88			
5	253.64		.0	359.00	-883.66			
			3.0	113.54	108.59			
			6.0	-131.92	364.44			
			9.0	-188.43	-116.08			
6	-213.49		.0	186.43	-115.55			
			3.0	-57.03	364.98			
			6.0	-302.49	109.11			
			9.0	-359.00	-883.13			
-----								
28								
1	50.68		.0	434.00	-776.51			
			3.0	52.17	393.64			
			4.8	.00	440.08			
			6.0	-329.66	418.27			
			9.0	-417.57	-702.56			
2	-1.19		.0	729.03	-1335.29			
			3.0	79.19	681.19			
			5.1	.00	763.88			
			6.0	-570.65	748.12			
			9.0	-684.40	1134.45			
3	-64.27		.0	391.59	-486.62			
			3.0	-36.49	557.13			
			6.0	-464.58	316.61			
			9.0	-551.92	-1208.12			
4	123.26		.0	575.55	-1263.10			
			3.0	147.47	332.55			
			6.0	280.61	643.93			
			9.0	-367.96	-328.93			
5	126.35		.0	370.98	-887.42			
			3.0	125.52	140.76			
			6.0	-119.94	432.55			
			9.0	-176.45	-12.05			
6	-61.19		.0	187.02	-110.94			
			3.0	-58.44	365.34			
			6.0	-303.91	105.24			
			9.0	-360.42	-891.24			
-----								
33								
1	-220.41		.0	317.40	-514.42			
			3.0	2.45	376.86			
			3.2	.00	377.08			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			6.0	-312.50	323.28			
			9.0	-353.11	-675.14			
2	-288.67		.0	358.85	-605.39			
			3.0	8.25	404.54			
			3.6	.00	406.84			
			6.0	-342.34	362.67			
			9.0	-386.76	-730.97			
3	-503.97		.0	272.69	-368.34			
			3.0	-22.47	393.01			
			6.0	-317.63	268.87			
			9.0	-355.44	-740.71			
4	63.78		.0	325.67	-616.31			
			3.0	30.51	303.98			
			5.4	.00	340.92			
			6.0	-264.64	338.80			
			9.0	-302.45	-511.84			
5	142.19		.0	230.53	-454.69			
			3.0	28.07	197.75			
			6.0	-174.40	242.78			
			9.0	-200.51	-319.58			
6	-425.56		.0	177.55	-206.71			
			3.0	-24.92	286.78			
			6.0	-227.38	172.86			
			9.0	-253.49	-548.45			
34								
1	-207.70		.0	335.26	-642.21			
			3.0	20.31	302.64			
			4.5	.00	317.87			
			6.0	-294.64	302.63			
			9.0	-335.26	-642.21			
2	-278.85		.0	372.80	-710.79			
			3.0	22.21	341.00			
			4.5	.00	357.65			
			6.0	-328.39	340.99			
			9.0	-372.80	-710.79			
3	-379.35		.0	286.83	-478.13			
			3.0	-8.32	325.65			
			6.0	-303.48	243.95			
			9.0	-341.29	-723.20			
4	-39.71		.0	341.29	-723.00			
			3.0	46.14	244.16			
			6.0	-249.02	325.84			
			9.0	-286.83	-477.94			
5	36.30		.0	242.75	-535.29			
			3.0	40.28	153.81			
			6.0	-162.18	235.49			
			9.0	-188.29	-290.22			
6	-303.34		.0	188.29	-290.42			
			3.0	-14.18	235.30			
			6.0	-216.64	153.61			

## FRAME ELEMENT FORCES

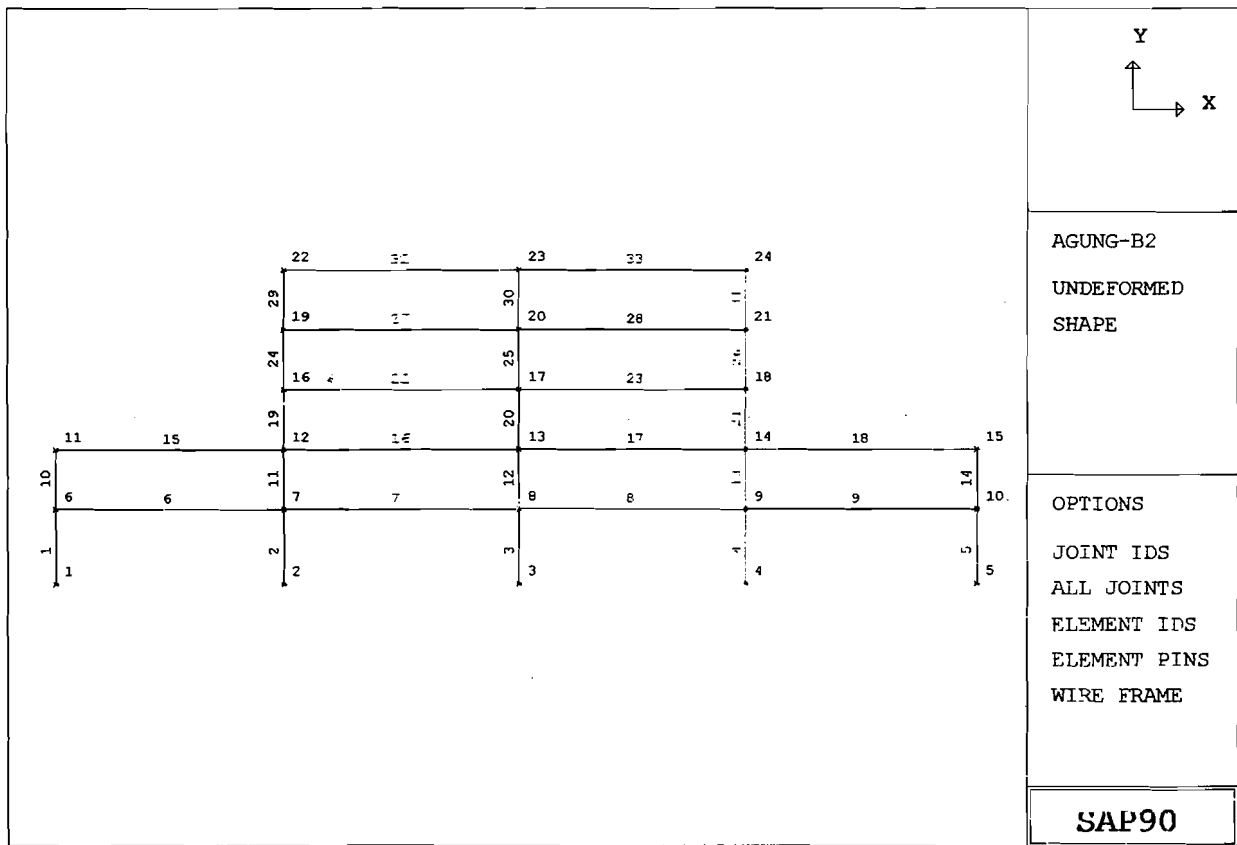
ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
35			9.0	-242.75	-535.48			
1	-220.41		.0	353.11	-675.14			
			3.0	38.16	323.29			
			5.8	.00	377.08			
			6.0	-276.79	376.85			
			9.0	-317.40	-514.42			
2	-288.67		.0	386.76	-730.97			
			3.0	36.16	362.68			
			5.4	.00	406.84			
			6.0	-314.44	404.54			
			9.0	-358.85	-605.39			
3	-274.31		.0	301.78	-509.51			
			3.0	6.62	339.10			
			3.5	.00	340.84			
			6.0	-288.54	302.23			
			9.0	-326.35	-620.09			
4	-165.87		.0	356.12	-743.04			
			3.0	60.96	268.59			
			6.0	-234.20	394.74			
			9.0	-272.01	-364.56			
5	-87.47		.0	254.17	-550.78			
			3.0	51.70	172.57			
			6.0	-150.76	288.51			
			9.0	-176.87	-202.93			
6	-195.91		.0	199.83	-317.25			
			3.0	-2.64	243.08			
			6.0	-205.10	196.01			
			9.0	-231.21	-458.46			



PORTAL MEMBUUR TIPE B



# PORTAL MEMBUJUR TIPE B



AGUNG-B2  
UNDEFORMED  
SHAPE

- OPTIONS
- JOINT IDS
  - ALL JOINTS
  - ELEMENT IDS
  - ELEMENT PINS
  - WIRE FRAME

**SAP90**

DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-B2

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIPE B (3X15)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
5	X=60			G=1,5,1
6	X=0	Y=5		
10	X=60			G=6,10,1
11	X=0	Y=9		
15	X=60			G=11,15,1
16	X=15	Y=13		
18	X=45			G=16,18,1
19	X=15	Y=17		
21	X=45			G=19,21,1
22	X=15	Y=21		
24	X=45			G=22,24,1

RESTRAINS

1,24,1	R=0,0,1,1,1,0
1,5,1	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3 NL=4

1	A=0.0493	I=1.3507E-3	E=2E8	:BALOK ATAP (W21X62)
2	A=0.0579	I=4.0482E-3	E=2E8	:BALOK LANTAI (W30X108)
3	A=0.0911	I=1.8827E-3	E=2.319E8	:KOLOM (W14X283)
1	WG=0,-13.4136			:BEBAN MATI BALOK ATAP
2	WG=0,-2.96			:BEBAN HIDUP BALOK ATAP
3	WG=0,-24.4964			:BEBAN MATI BALOK LANTAI
4	WG=0,-11.84			:BEBAN HIDUP BALOK LANTAI

C KOLOM

1,1,6	G=4,1,1,1	M=3	NSL=0	LP=1	:KOLOM
10,6,11	G=4,1,1,1	M=3			
19,12,16	G=2,1,1,1	M=3			
24,16,19	G=2,1,1,1	M=3			
29,19,22	G=2,1,1,1	M=3			

C BALOK

6,6,7	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4	LP=1	:BALOK LANTAI
15,11,12	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
22,16,17	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
27,19,20	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
32,22,23	G=1,1,1,1	M=1	NSL=1,2		:BALOK ATAP

LOADS

6	F=81.6864	L=3	:BEBAN GEMPA
11	F=142.355		
16	F=106.973		
19	F=139.887		
22	F=78.8623		

COMBO

1	C=1.4
2	C=1.2,1.6
3	C=1.2,0.5,1.5
4	C=1.2,0.5,-1.5
5	C=0.9,0,-1.5
6	C=0.9,0,1.5

PROGRAM: SAP90/FILE: agung-b2.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIF B (3X15)M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1								
1	-486.99		.0	-64.12	116.70			
			5.0	-64.12	-203.88			
2	-686.38		.0	-90.35	164.44			
			5.0	-90.35	-287.32			
3	-408.56		.0	79.30	-367.12			
			5.0	79.30	29.38			
4	-594.38		.0	-211.34	607.43			
			5.0	-211.34	-449.25			
5	-405.98		.0	-186.53	562.29			
			5.0	-186.53	-370.38			
6	-220.15		.0	104.10	-412.25			
			5.0	104.10	108.25			
2								
1	-1694.43		.0	-5.81	13.52			
			5.0	-5.81	-15.51			
2	-2346.75		.0	-8.15	18.99			
			5.0	-8.15	-21.75			
3	-1646.10		.0	177.87	-533.26			
			5.0	177.87	356.07			
4	-1817.62		.0	-189.80	561.06			
			5.0	-189.80	387.95			
5	-1175.04		.0	-187.57	555.85			
			5.0	-187.57	-381.98			
6	1003.51		.0	180.10	-538.47			
			5.0	180.10	362.04			
3								
1	-2373.63		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
2	-3259.87		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
3	-2417.79		.0	177.25	-532.88			
			5.0	177.25	353.37			
4	-2417.13		.0	-177.25	532.88			
			5.0	-177.25	-353.37			
5	-1525.58		.0	-177.25	532.88			
			5.0	-177.25	-353.37			
6	-1526.24		.0	177.25	-532.88			
			5.0	177.25	353.37			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4 -----								
1	-1694.43		.0	5.81	-13.52			
			5.0	5.81	15.51			
2	-2346.75		.0	8.15	-18.99			
			5.0	8.15	21.75			
3	-1819.86		.0	185.66	-548.75			
			5.0	185.66	379.53			
4	-1643.86		.0	-173.72	520.95			
			5.0	-173.72	-347.66			
5	-1001.27		.0	-175.96	526.16			
			5.0	-175.96	-353.62			
6	-1177.27		.0	183.42	-543.54			
			5.0	183.42	373.57			
5 -----								
1	-486.99		.0	64.12	-116.70			
			5.0	64.12	203.88			
2	-686.38		.0	90.35	-164.44			
			5.0	90.35	287.32			
3	-591.82		.0	204.57	-585.39			
			5.0	204.57	437.48			
4	-411.12		.0	-72.54	345.08			
			5.0	-72.54	-17.61			
5	-222.72		.0	-97.34	390.22			
			5.0	-97.34	-96.48			
6	-403.41		.0	179.77	-540.25			
			5.0	179.77	358.61			
10 -----								
1	-239.98		.0	-196.59	336.30			
			4.0	-196.59	-450.05			
2	-338.23		.0	-277.01	473.91			
			4.0	-277.01	-634.15			
3	-206.50		.0	-84.42	170.82			
			4.0	-84.42	-166.86			
4	-287.72		.0	-320.41	521.73			
			4.0	-320.41	-759.90			
5	-194.88		.0	-244.37	391.65			
			4.0	-244.37	-585.84			
6	-113.66		.0	-8.38	40.74			
			4.0	-8.38	7.20			
11 -----								
1	-1169.58		.0	41.73	-64.69			
			4.0	41.73	102.23			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
2	-1606.97		.0	58.94	-91.39			
			4.0	58.94	144.37			
3	-1097.12		.0	204.77	-391.48			
			4.0	204.77	427.61			
4	-1285.68		.0	-118.75	258.13			
			4.0	-118.75	-216.89			
5	-846.15		.0	-134.94	283.22			
			4.0	-134.94	-256.53			
6	-657.59		.0	188.59	-366.39			
			4.0	188.59	387.97			
12 -----								
1	-1859.64		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-2535.33		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-1888.00		.0	150.37	-303.70			
			4.0	150.37	297.77			
4	-1888.30		.0	-150.37	303.70			
			4.0	-150.37	-297.77			
5	-1195.64		.0	-150.37	303.70			
			4.0	-150.37	-297.77			
6	-1195.33		.0	150.37	-303.70			
			4.0	150.37	297.77			
13 -----								
1	-1169.58		.0	-41.73	64.69			
			4.0	-41.73	-102.23			
2	-1606.97		.0	-58.94	91.39			
			4.0	-58.94	-144.37			
3	-1286.65		.0	113.83	-250.59			
			4.0	113.83	204.73			
4	-1096.15		.0	-199.85	383.95			
			4.0	-199.85	-415.45			
5	-556.62		.0	-183.67	358.85			
			4.0	-183.67	-375.81			
6	-847.12		.0	130.01	-275.68			
			4.0	130.01	244.37			
14 -----								
1	-239.98		.0	196.59	-336.30			
			4.0	196.59	450.05			
2	-338.23		.0	277.01	-473.91			
			4.0	277.01	634.15			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-286.91		.0	317.56	-518.43			
			4.0	317.56	751.83			
4	-207.32		.0	87.26	-174.12			
			4.0	87.26	174.93			
5	-114.48		.0	11.23	-44.04			
			4.0	11.23	.87			
6	-194.07		.0	241.53	-388.35			
			4.0	241.53	577.77			
-----								
19								
1	-633.62		.0	-76.60	77.69			
			4.0	-76.60	-228.70			
2	-851.53		.0	-107.68	109.27			
			4.0	-107.68	-321.45			
3	-549.17		.0	67.10	-242.59			
			4.0	67.10	25.83			
4	-729.80		.0	-224.68	402.45			
			4.0	-224.68	-496.26			
5	-497.64		.0	-195.13	372.47			
			4.0	-195.13	-408.06			
6	-317.01		.0	96.65	-272.57			
			4.0	96.65	114.03			
-----								
20								
1	-1353.83		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-1822.29		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-1367.08		.0	193.00	-375.08			
			4.0	193.00	396.93			
4	-1367.44		.0	-193.00	375.08			
			4.0	-193.00	-396.93			
5	-870.50		.0	-193.00	375.08			
			4.0	-193.00	-396.93			
6	-870.14		.0	193.00	-375.08			
			4.0	193.00	396.93			
-----								
21								
1	-633.62		.0	76.60	-77.69			
			4.0	76.60	228.70			
2	-851.53		.0	107.68	-109.27			
			4.0	107.68	321.45			
3	-729.98		.0	228.48	-410.16			
			4.0	228.48	503.75			

## 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
24	4	-548.99	.0	-70.90	250.30			
			4.0	-70.90	-33.31			
	5	-316.83	.0	-100.45	280.28			
			4.0	-100.45	-121.51			
	6	-497.82	.0	198.93	-380.18			
			4.0	198.93	415.55			
25	1	-386.64	.0	-148.58	308.90			
			4.0	-148.58	-285.42			
	2	-503.41	.0	-212.64	436.49			
			4.0	-212.64	-414.07			
	3	-343.29	.0	-68.68	197.72			
			4.0	-68.68	-77.00			
	4	-427.03	.0	-239.33	439.14			
			4.0	-239.33	-518.18			
	5	-290.43	.0	-180.84	319.29			
			4.0	-180.84	-404.08			
	6	-206.68	.0	-10.19	77.87			
			4.0	-10.19	37.10			
26	1	-818.93	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	2	-1068.34	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	3	-816.26	.0	161.24	-292.87			
			4.0	161.24	352.08			
	4	-816.62	.0	-161.24	292.87			
			4.0	-161.24	-352.08			
	5	-526.64	.0	-161.24	292.87			
			4.0	-161.24	-352.08			
	6	-526.27	.0	161.24	-292.87			
			4.0	161.24	352.08			
26	1	-386.64	.0	148.58	-308.90			
			4.0	148.58	285.42			
	2	-503.41	.0	212.64	-436.49			
			4.0	212.64	414.07			
	3	-427.21	.0	235.57	-431.62			
			4.0	235.57	510.64			
	4	-343.10	.0	72.45	-205.24			
			4.0	72.45	84.54			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	-206.50		.0	13.96	-85.39			
			4.0	13.96	-29.56			
6	-290.61		.0	177.08	-311.77			
			4.0	177.08	396.54			
-----								
29								
1	-137.11		.0	-147.66	277.15			
			4.0	-147.66	-313.48			
2	-152.77		.0	-180.62	368.33			
			4.0	-180.62	-354.15			
3	-119.35		.0	-117.75	245.49			
			4.0	-117.75	-225.53			
4	-137.72		.0	-169.16	311.36			
			4.0	-169.16	-365.28			
5	-97.33		.0	-120.63	211.11			
			4.0	-120.63	-271.40			
6	-78.96		.0	-69.22	145.24			
			4.0	-69.22	-131.65			
-----								
30								
1	-289.15		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-319.43		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-270.03		.0	64.54	-121.49			
			4.0	64.54	136.69			
4	-270.40		.0	-64.54	121.49			
			4.0	-64.54	-136.69			
5	-186.07		.0	-64.54	121.49			
			4.0	-64.54	-136.69			
6	185.70		.0	64.54	-121.49			
			4.0	64.54	136.69			
-----								
31								
1	-137.11		.0	147.66	-277.15			
			4.0	147.66	313.48			
2	-152.77		.0	180.62	-368.33			
			4.0	180.62	354.15			
3	-137.91		.0	171.50	-318.88			
			4.0	171.50	367.14			
4	-119.17		.0	115.41	-237.98			
			4.0	115.41	223.67			
5	-78.77		.0	66.88	-137.72			
			4.0	66.88	129.79			



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6		-97.51						
			.0	122.97	-218.62			
			4.0	122.97	273.26			
-----								
6								
1	132.47		.0	247.01	-540.18			
			7.2	-.00	349.36			
			15.0	-267.41	-693.22			
2	186.66		.0	348.15	-761.23			
			7.2	-.00	492.45			
			15.0	-376.95	-977.26			
3	41.19		.0	202.05	-141.43			
			5.7	-.00	436.57			
			15.0	-327.68	-1083.66			
4	231.60		.0	306.66	-970.98			
			8.7	-.00	360.42			
			15.0	-223.08	-344.13			
5	180.37		.0	211.09	-762.03			
			9.6	.00	248.57			
			15.0	-119.61	-75.87			
6	-10.05		.0	106.49	67.51			
			4.8	.00	324.69			
			15.0	-224.21	-815.41			
-----								
7								
1	84.94		.0	257.43	-644.04			
			7.5	-.00	322.13			
			15.0	-257.00	-640.79			
2	119.57		.0	362.83	-907.62			
			7.5	-.00	454.04			
			15.0	-362.27	-903.41			
3	14.28		.0	221.30	-336.10			
			6.3	-.00	357.25			
			15.0	-308.44	-989.67			
4	160.55		.0	308.87	-990.20			
			8.7	-.00	360.47			
			15.0	-220.87	-330.18			
5	127.74		.0	209.28	-741.08			
			9.5	.00	252.19			
			15.0	-121.43	-82.19			
6	-18.53		.0	121.70	-86.98			
			5.5	.00	248.94			
			15.0	-209.00	-741.68			
-----								
8								
1	84.94		.0	257.00	-640.79			
			7.5	-.00	322.13			
			15.0	-257.43	-644.04			
2	119.57		.0	362.27	-903.41			
			7.5	-.00	454.04			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	41.16		15.0	-362.83	-907.62			
			.0	221.35	-332.60			
			6.3	-.00	361.08			
4	133.67		15.0	-308.39	-985.38			
			.0	307.96	-987.25			
			8.7	-.00	355.45			
5	100.86		15.0	-221.78	-340.93			
			.0	208.52	-739.27			
			9.5	.00	246.79			
6	8.35		15.0	-122.19	-91.80			
			.0	121.91	-84.61			
			5.5	.00	252.44			
9			15.0	-208.79	-736.25			
-----								
1	132.47		.0	267.41	-693.22			
			7.8	-.00	349.36			
			15.0	-247.01	-540.18			
2	186.66		.0	376.95	-977.26			
			7.8	-.00	492.45			
			15.0	-348.15	-761.23			
3	112.99		.0	224.82	-355.26			
			6.4	-.00	360.37			
			15.0	-304.91	-955.91			
4	159.80		.0	325.94	-1072.53			
			9.2	-.00	431.54			
			15.0	-203.80	-156.51			
5	108.57		.0	222.46	-804.27			
			10.1	.00	318.13			
			15.0	-108.24	52.44			
6	61.76		.0	121.35	-87.01			
			5.5	.00	246.98			
			15.0	-209.35	-746.96			
15								
-----								
1	-196.59		.0	239.98	-450.05			
			7.0	-.00	389.58			
			15.0	-274.44	-708.53			
2	-277.01		.0	338.23	-634.15			
			7.0	-.00	549.14			
			15.0	-386.87	-998.91			
3	-297.95		.0	206.50	-166.86			
			5.8	-.00	436.89			
			15.0	-323.23	-1042.33			
4	-106.88		.0	287.72	-759.90			
			8.1	-.00	412.18			
			15.0	-242.01	-417.04			
5	-30.84		.0	194.88	-585.84			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			8.8	.00	275.51			
			15.0	-135.82	-142.84			
6	-221.92		.0	113.66	7.20			
			5.2	.00	300.19			
			15.0	-217.04	-768.13			
-----								
16								
1	-78.26		.0	261.52	-683.99			
			7.6	-.00	313.12			
			15.0	-252.91	-619.40			
2	-110.40		.0	368.57	-963.81			
			7.6	-.00	441.31			
			15.0	-356.52	-873.42			
3	-160.28		.0	224.71	-372.13			
			6.4	-.00	342.79			
			15.0	-305.02	-974.44			
4	-.95		.0	313.86	-1036.39			
			8.9	-.00	358.32			
			15.0	-215.87	-301.46			
5	29.36		.0	212.69	-771.84			
			9.6	.00	254.13			
			15.0	-118.01	-61.70			
6	-129.98		.0	123.54	-107.58			
			5.6	.00	238.57			
			15.0	-207.16	-734.68			
-----								
17								
1	-78.26		.0	252.91	-619.40			
			7.4	-.00	313.12			
			15.0	-261.52	-683.99			
2	-110.40		.0	356.52	-873.42			
			7.4	-.00	441.31			
			15.0	-368.57	-963.81			
3	-202.92		.0	215.90	-301.59			
			6.1	-.00	358.34			
			15.0	-313.84	-1036.13			
4	41.69		.0	305.00	-974.31			
			8.6	-.00	342.71			
			15.0	-224.74	-372.39			
5	71.99		.0	207.13	-734.54			
			9.4	.00	238.46			
			15.0	-123.57	-107.84			
6	-172.61		.0	118.03	-61.83			
			5.4	.00	254.13			
			15.0	-212.67	-771.58			
-----								
18								
1	-196.59		.0	274.44	-708.53			
			8.0	-.00	389.58			
			15.0	-239.98	-450.05			

## 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	
22	2	-277.01	.0	386.87	-998.91				
			8.0	-.00	549.14				
			15.0	-338.23	-634.15				
	3	-317.56	.0	242.83	-421.24				
			6.9	-.00	413.60				
			15.0	-286.91	-751.83				
	4	-87.26	.0	322.41	-1038.13				
			9.1	-.00	433.61				
			15.0	-207.32	-174.93				
	5	-11.23	.0	216.22	-763.93				
			9.8	.00	296.36				
			15.0	-114.48	-.87				
	6	-241.53	.0	136.64	-147.04				
			6.2	.00	276.36				
			15.0	-194.07	-577.77				
	23	1	71.98	.0	246.98	-537.59			
				7.2	-.00	351.71			
				15.0	-267.45	-691.13			
2		104.96	.0	348.12	-757.93				
			7.2	-.00	495.55				
			15.0	-376.98	-974.37				
3		-24.67	.0	205.88	-171.89				
			5.8	-.00	428.23				
			15.0	-323.85	-1056.68				
4		175.11	.0	302.77	-935.41				
			8.6	-.00	362.47				
			15.0	-226.96	-366.85				
5		146.17	.0	207.22	-727.35				
			9.4	.00	246.45				
			15.0	-123.49	-99.38				
6		-53.62	.0	110.33	36.16				
			5.0	.00	312.20				
			15.0	-220.38	-789.21				
23	1	71.98	.0	267.45	-691.13				
			7.3	-.00	351.71				
			15.0	-246.98	-537.59				
	2	104.96	.0	376.98	-974.37				
			7.8	-.00	495.55				
			15.0	-348.12	-757.93				
	3	7.09	.0	226.97	-366.88				
			6.4	-.00	362.47				
			15.0	-302.77	-935.37				
	4	143.35	.0	323.85	-1056.65				
			9.2	-.00	428.21				

## FRAME ELEMENT FORCES

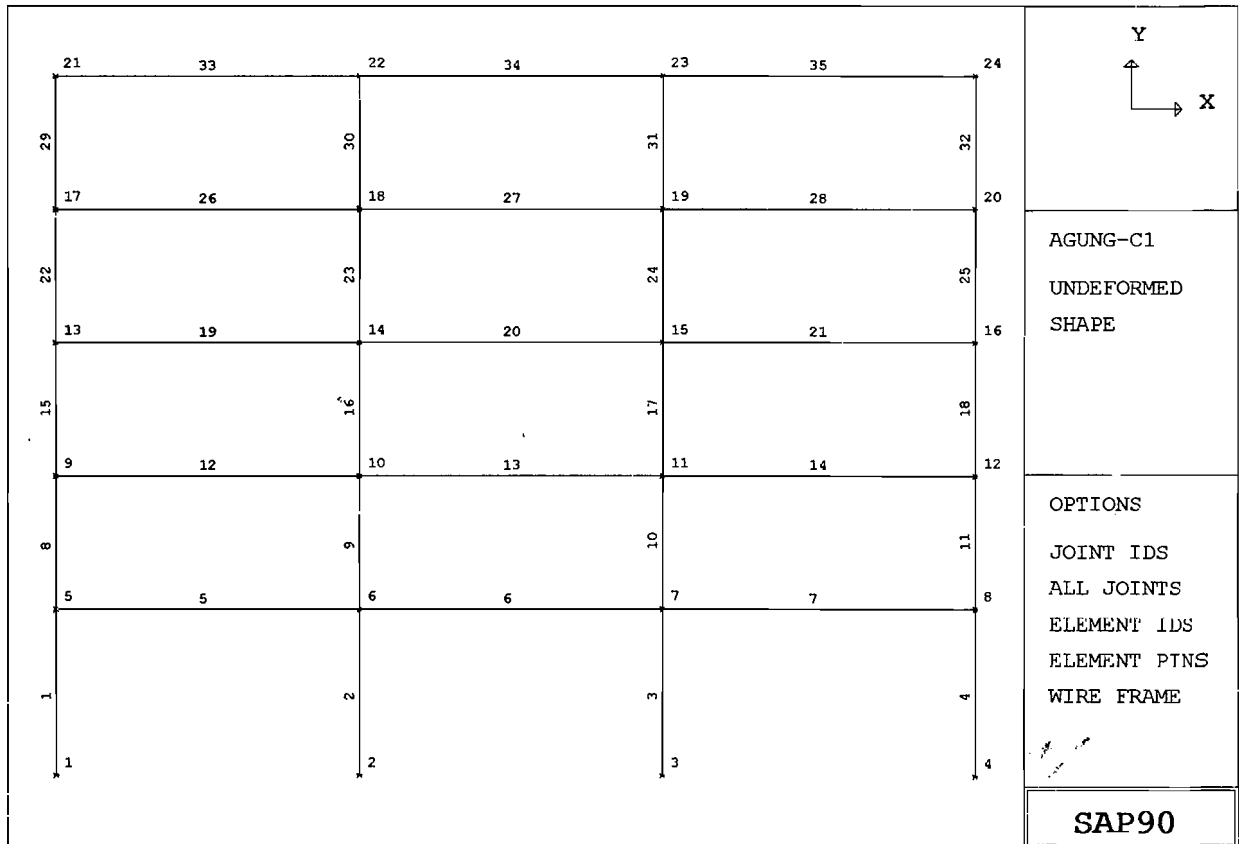
ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDD	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	114.40		15.0	-205.89	-171.93			
			.0	220.37	-789.19			
			10.0	.00	312.19			
			15.0	-110.33	36.12			
6	-21.86		.0	123.49	-99.41			
			5.6	.00	246.44			
			15.0	-207.21	-727.31			
-----								
27								
1	-.92		.0	249.53	-562.58			
			7.3	-.00	345.24			
			15.0	-264.89	-677.76			
2	-32.02		.0	350.64	-782.41			
			7.3	-.00	489.33			
			15.0	-374.45	-960.98			
3	-160.76		.0	223.93	-322.50			
			6.3	-.00	387.48			
			15.0	-305.80	-936.49			
4	139.66		.0	289.31	-829.55			
			8.2	-.00	355.49			
			15.0	-240.42	-462.90			
5	149.62		.0	193.10	-615.18			
			8.8	.00	230.49			
			15.0	-137.60	-198.91			
6	-150.80		.0	127.73	-108.13			
			5.8	.00	261.86			
			15.0	202.97	-672.49			
-----								
28								
1	-.92		.0	264.89	677.76			
			7.7	-.00	345.24			
			15.0	-249.53	-562.58			
2	-32.02		.0	374.45	-960.98			
			7.7	-.00	489.33			
			15.0	-350.64	-782.41			
3	-64.06		.0	240.43	-462.92			
			6.8	-.00	355.49			
			15.0	-299.31	-829.52			
4	42.96		.0	305.80	-936.47			
			8.7	-.00	387.48			
			15.0	-223.94	-322.52			
5	52.92		.0	202.97	-672.47			
			9.2	.00	261.85			
			15.0	-127.73	-108.16			
6	-54.11		.0	137.60	-198.93			
			6.2	.00	230.49			
			15.0	-193.10	-615.16			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
32 -----								
1	-147.66		.0	137.11	-313.48			
			7.3	.00	187.05			
			15.0	-144.58	-369.48			
2	-180.62		.0	152.77	-354.15			
			7.3	.00	205.99			
			15.0	-159.72	-406.26			
3	-236.05		.0	119.35	-225.53			
			6.8	.00	179.71			
			15.0	-144.29	-412.57			
4	-50.87		.0	137.72	-365.28			
			7.8	.00	174.28			
			15.0	-125.92	-276.80			
5	-2.33		.0	97.33	-271.40			
			8.1	.00	120.92			
			15.0	-83.76	-169.64			
6	-187.51		.0	78.96	-131.65			
			6.5	.00	126.56			
			15.0	-102.13	-305.40			
33 -----								
1	-147.66		.0	144.58	-369.48			
			7.7	.00	187.05			
			15.0	-137.11	-313.48			
2	-180.62		.0	159.72	-406.26			
			7.7	.00	205.99			
			15.0	-152.77	-354.15			
3	-171.50		.0	125.74	-275.88			
			7.2	.00	173.00			
			15.0	-137.91	-367.14			
4	-115.41		.0	144.48	-413.49			
			8.2	.00	180.31			
			15.0	-119.17	-223.67			
5	-66.88		.0	102.31	-306.33			
			8.5	.00	127.21			
			15.0	-78.77	-129.79			
6	-122.97		.0	83.57	-168.71			
			6.9	.00	120.56			
			15.0	-97.51	-273.26			

PORTAL MELINTANG TIPE C

# PORTAL MELINTANG TIPE C





PROGRAM: SAP90/FILE: agung-c1.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TYPE C (3,75X9)M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1								
1	-843.50		.0	-29.48	51.07			
			5.0	-29.48	-96.33			
2	-1146.81		.0	-41.37	71.66			
			5.0	-41.37	-135.19			
3	-576.83		.0	116.57	-460.03			
			5.0	116.57	122.83			
4	-1134.04		.0	-177.17	565.01			
			5.0	-177.17	-320.86			
5	-820.86		.0	-165.82	545.35			
			5.0	-165.82	-283.77			
6	-263.64		.0	127.92	-479.69			
			5.0	127.92	159.91			
2								
1	-1733.49		.0	.80	-.73			
			5.0	.80	3.29			
2	-2359.35		.0	1.14	-1.04			
			5.0	1.14	4.66			
3	-1782.42		.0	184.16	-573.41			
			5.0	184.16	347.38			
4	-1735.21		.0	-182.50	571.90			
			5.0	-182.50	-340.59			
5	-1090.78		.0	-182.81	572.19			
			5.0	-182.81	-341.87			
6	-1137.99		.0	183.84	-573.12			
			5.0	183.84	346.10			
3								
1	-1733.49		.0	-.80	.73			
			5.0	-.80	-3.29			
2	-2359.35		.0	-1.14	1.04			
			5.0	-1.14	-4.66			
3	-1736.80		.0	181.72	-569.59			
			5.0	181.72	339.02			
4	-1780.83		.0	-183.38	571.10			
			5.0	-183.38	-345.81			
5	-1136.40		.0	-183.07	570.81			
			5.0	-183.07	-344.53			
6	-1092.37		.0	182.04	-569.88			
			5.0	182.04	340.30			

## 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
4								
1	-843.50		.0	29.48	-51.07			
			5.0	29.48	96.33			
2	-1146.81		.0	41.37	-71.66			
			5.0	41.37	135.19			
3	-1132.46		.0	175.38	-558.96			
			5.0	175.38	317.94			
4	-578.42		.0	-114.78	453.99			
			5.0	-114.78	-119.91			
5	-265.23		.0	-126.13	473.64			
			5.0	-126.13	-156.99			
6	-819.27		.0	164.03	-539.31			
			5.0	164.03	280.85			
8								
1	-663.28		.0	-68.46	144.55			
			4.0	-68.46	-129.28			
2	-893.79		.0	-96.06	202.84			
			4.0	-96.06	-181.40			
3	-479.03		.0	33.51	-38.94			
			4.0	33.51	95.10			
4	-861.31		.0	-174.23	336.07			
			4.0	-174.23	-360.84			
5	-617.54		.0	-147.88	280.43			
			4.0	-147.88	-311.08			
6	-235.26		.0	59.86	-94.58			
			4.0	59.86	144.86			
9								
1	-1355.76		.0	3.75	-9.20			
			4.0	3.75	5.81			
2	-1828.88		.0	5.40	-13.11			
			4.0	5.40	8.50			
3	-1384.01		.0	198.77	-391.92			
			4.0	198.77	403.17			
4	-1356.90		.0	-190.97	372.88			
			4.0	-190.97	-391.01			
5	-858.01		.0	-192.46	376.49			
			4.0	-192.46	-393.36			
6	-885.11		.0	197.29	-388.31			
			4.0	197.29	400.83			
10								
1	-1355.76		.0	-3.75	9.20			
			4.0	-3.75	-5.81			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
-----								
2	-1828.88		.0	-5.40	13.11			
			4.0	-5.40	-8.50			
3	-1357.84		.0	190.41	-371.76			
			4.0	190.41	389.87			
4	-1383.07		.0	-198.21	390.79			
			4.0	-198.21	-402.03			
5	-884.17		.0	-196.72	387.19			
			4.0	-196.72	-399.69			
6	-858.95		.0	191.90	-375.36			
			4.0	191.90	392.22			
-----								
11								
1	-663.28		.0	68.46	-144.55			
			4.0	68.46	129.28			
2	-893.79		.0	96.06	-202.84			
			4.0	96.06	181.40			
3	-860.37		.0	173.75	-335.47			
			4.0	173.75	359.53			
4	-479.97		.0	-33.03	38.33			
			4.0	-33.03	-93.79			
5	-236.19		.0	-59.38	93.98			
			4.0	-59.38	-143.55			
6	-616.60		.0	147.40	-279.82			
			4.0	147.40	309.77			
-----								
15								
1	-480.54		.0	-63.82	126.75			
			4.0	-63.82	-128.52			
2	-637.26		.0	-89.36	177.74			
			4.0	-89.36	-179.69			
3	-370.90		.0	22.77	-11.06			
			4.0	22.77	80.00			
4	-593.74		.0	-153.83	271.53			
			4.0	-153.83	-343.78			
5	-420.34		.0	-129.32	222.78			
			4.0	-129.32	-294.51			
6	-197.50		.0	47.27	-59.81			
			4.0	47.27	129.27			
-----								
16								
1	-990.56		.0	.57	-.49			
			4.0	.57	1.77			
2	-1301.92		.0	.61	-.61			
			4.0	.61	1.85			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ		
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT			
3	-991.97		.0	156.85	-282.41					
			4.0	156.85	345.00					
			4	-977.38	.0	-155.80	281.44			
					4.0	-155.80	-341.76			
			5	-623.06	.0	-155.96	281.61			
					4.0	-155.96	-342.25			
6	-637.65	.0	156.69	-282.24						
		4.0	156.69	344.52						
17	-----									
1	-980.56		.0	-.57	.49					
			4.0	-.57	-1.77					
			2	-1301.92	.0	-.61	.61			
					4.0	-.61	-1.85			
			3	-977.77	.0	155.19	-280.21			
					4.0	155.19	340.53			
4	-991.59	.0	-156.24	281.17						
		4.0	-156.24	-343.77						
5	-637.27	.0	-156.07	281.01						
		4.0	-156.07	-343.29						
6	-623.45	.0	155.35	-280.37						
		4.0	155.35	341.02						
18	-----									
1	-480.54		.0	63.82	-126.75					
			4.0	63.82	128.52					
			2	-637.26	.0	89.36	-177.74			
					4.0	89.36	179.69			
			3	-593.35	.0	153.17	-269.90			
					4.0	153.17	342.77			
4	-371.29	.0	22.11	9.43						
		4.0	-22.11	-79.00						
5	-197.89	.0	-46.61	58.18						
		4.0	-46.61	-128.26						
6	-419.95	.0	128.66	-221.15						
		4.0	128.66	293.50						
22	-----									
1	-297.21		.0	-64.40	129.56					
			4.0	-64.40	-128.05					
			2	-379.95	.0	-92.24	182.31			
					4.0	-92.24	-186.66			
			3	-244.13	.0	-8.09	59.03			
					4.0	-8.09	26.66			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
23	4	-343.62	.0	-125.46	207.61			
			4.0	-125.46	-294.24			
	5	-240.81	.0	-100.09	157.58			
			4.0	-100.09	-242.77			
	6	-141.31	.0	17.28	9.00			
			4.0	17.28	78.13			
24	1	-605.94	.0	-.16	-.72			
			4.0	-.16	-1.35			
	2	-775.74	.0	.94	-2.61			
			4.0	.94	1.16			
	3	-601.95	.0	108.72	-182.64			
			4.0	108.72	252.26			
	4	-597.04	.0	-108.32	180.16			
			4.0	-108.32	-253.12			
	5	-387.08	.0	-108.62	180.94			
			4.0	-108.62	-253.55			
	6	-391.99	.0	108.42	-181.87			
			4.0	108.42	251.82			
25	1	-605.94	.0	.16	.72			
			4.0	.16	1.35			
	2	-775.74	.0	-.94	2.61			
			4.0	-.94	-1.16			
	3	-596.79	.0	107.39	-178.76			
			4.0	107.39	250.80			
	4	-602.19	.0	-107.80	181.24			
			4.0	-107.80	-249.94			
	5	-392.24	.0	-107.49	180.47			
			4.0	-107.49	-249.51			
	6	-386.84	.0	107.69	-179.54			
			4.0	107.69	251.24			
25	1	-297.21	.0	64.40	-129.56			
			4.0	64.40	128.05			
	2	-379.95	.0	92.24	-182.31			
			4.0	92.24	186.66			
	3	-343.86	.0	123.27	-205.18			
			4.0	123.27	287.90			
	4	-243.88	.0	10.28	-61.47			
			4.0	10.28	-20.33			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	-141.07	.0		-15.09	-11.44			
		4.0		-15.09	-71.80			
6	-241.05	.0		97.89	-155.15			
		4.0		97.89	236.43			
29 -----								
1	-113.54	.0		-73.63	132.26			
		4.0		-73.63	-162.25			
2	-122.90	.0		-87.79	173.58			
		4.0		-87.79	-177.59			
3	-95.84	.0		-53.50	105.79			
		4.0		-53.50	-108.22			
4	-114.79	.0		-88.14	158.57			
		4.0		-88.14	-193.99			
5	-82.47	.0		-64.65	111.42			
		4.0		-64.65	-147.19			
6	-63.51	.0		-30.01	58.63			
		4.0		-30.01	-61.42			
30 -----								
1	-231.67	.0		1.86	-3.92			
		4.0		1.86	3.54			
2	-249.30	.0		1.68	-4.47			
		4.0		1.68	2.25			
3	-214.26	.0		46.13	-95.98			
		4.0		46.13	88.55			
4	-214.59	.0		-42.89	88.57			
		4.0		-42.89	-82.98			
5	-149.10	.0		-43.31	89.76			
		4.0		-43.31	-83.49			
6	-148.76	.0		45.71	-94.80			
		4.0		45.71	88.04			
31 -----								
1	-231.67	.0		-1.86	3.92			
		4.0		-1.86	-3.54			
2	-249.30	.0		-1.68	4.47			
		4.0		-1.68	-2.25			
3	-214.37	.0		43.72	-90.96			
		4.0		43.72	83.94			
4	-214.48	.0		-46.97	98.37			
		4.0		-46.97	-89.51			
5	-148.98	.0		-46.55	97.18			
		4.0		-46.55	-89.00			

## 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
32	6	-148.87	.0	44.15	-92.14			
			4.0	44.15	84.45			
			-----					
5	1	-113.54	.0	73.63	-132.26			
			4.0	73.63	162.25			
			-----					
	2	-122.90	.0	87.79	-173.58			
			4.0	87.79	177.59			
			-----					
	3	-115.02	.0	90.05	-165.01			
			4.0	90.05	195.20			
			-----					
	4	-95.61	.0	51.59	-99.35			
			4.0	51.59	107.02			
			-----					
	5	-63.29	.0	28.10	-52.20			
			4.0	28.10	60.21			
			-----					
	6	-82.69	.0	66.56	-117.85			
			4.0	66.56	148.39			
			-----					
6	1	38.98	.0	180.22	-240.88			
			4.4	.00	152.04			
			9.0	-191.75	-292.76			
	2	54.69	.0	253.02	-338.03			
			4.4	-.00	213.50			
			9.0	-269.31	-411.35			
	3	21.67	.0	97.80	161.77			
			2.3	.00	274.32			
			9.0	-284.62	-678.91			
	4	58.45	.0	272.73	-656.93			
			6.4	.00	218.35			
			9.0	-109.69	76.78			
	5	43.44	.0	203.32	-564.20			
			7.7	.00	213.76			
			9.0	-35.80	189.64			
	6	6.67	.0	28.39	254.50			
			1.1	.00	269.66			
			9.0	-210.73	-566.05			
-----								
6	1	36.03	.0	185.98	-280.27			
			4.5	.00	138.18			
			9.0	-185.98	-280.27			
	2	50.43	.0	261.16	-393.58			
			4.5	-.00	194.04			
			9.0	-261.16	-393.58			
	3	7.06	.0	113.80	60.39			
			2.7	.00	212.77			
			9.0	-268.62	-636.32			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	66.92	.0	268.62	-636.70			
		6.3	.00	212.39			
		9.0	-113.80	60.01			
5	53.09	.0	196.97	-528.72			
		7.4	.00	201.42			
		9.0	-42.15	167.99			
6	-6.77	.0	42.15	168.37			
		1.6	.00	201.80			
		9.0	-196.97	-528.34			
7 -----							
1	38.98	.0	191.75	-292.76			
		4.6	.00	152.04			
		9.0	-180.22	-240.88			
2	54.69	.0	269.31	-411.35			
		4.6	-.00	213.50			
		9.0	-253.02	-338.03			
3	-1.63	.0	110.34	74.46			
		2.6	.00	217.71			
		9.0	-272.08	-653.40			
4	81.75	.0	283.97	-676.59			
		6.7	.00	272.29			
		9.0	-98.45	158.24			
5	66.74	.0	210.08	-563.73			
		7.9	.00	266.84			
		9.0	-29.04	250.97			
6	-16.63	.0	36.45	187.32			
		1.4	.00	212.32			
		9.0	-202.67	-560.67			
12 -----							
1	-4.64	.0	182.74	-256.03			
		4.4	.00	147.97			
		9.0	-189.22	-285.20			
2	-6.70	.0	256.53	-359.14			
		4.4	-.00	207.82			
		9.0	-265.79	-400.82			
3	-97.73	.0	108.13	106.16			
		2.5	.00	243.74			
		9.0	-274.29	-641.55			
4	88.07	.0	267.57	-632.37			
		6.3	.00	210.11			
		9.0	-114.85	54.91			
5	89.91	.0	197.20	-533.85			
		7.4	.00	197.96			
		9.0	-41.92	164.89			
6	-95.88	.0	37.75	204.67			
		1.4	.00	231.50			



## 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
13			9.0	-201.36	-531.57			
1	-1.45		.0	185.98	-278.90			
			4.5	.00	139.56			
			9.0	-185.98	-278.90			
2	-1.92		.0	261.16	-391.71			
			4.5	-.00	195.91			
			9.0	-261.16	-391.71			
3	-55.80		.0	117.74	44.03			
			2.8	.00	207.16			
			9.0	-264.68	-617.17			
4	52.89		.0	264.68	-617.54			
			6.2	.00	206.79			
			9.0	-117.74	43.66			
5	53.42		.0	193.03	-510.08			
			7.3	.00	191.11			
			9.0	-46.09	151.13			
6	-55.28		.0	46.09	151.50			
			1.7	.00	191.48			
			9.0	-193.03	-509.71			
14								
1	-4.64		.0	189.22	-285.20			
			4.6	.00	147.97			
			9.0	-182.74	-256.03			
2	-6.70		.0	265.79	-400.82			
			4.6	-.00	207.82			
			9.0	-256.53	-359.14			
3	-20.58		.0	115.39	52.91			
			2.7	.00	209.60			
			9.0	-267.02	-629.43			
4	10.92		.0	273.74	-639.55			
			6.4	.00	242.21			
			9.0	-108.68	103.22			
5	12.77		.0	200.82	-529.57			
			7.6	.00	229.35			
			9.0	-38.30	201.73			
6	-18.74		.0	42.47	162.09			
			1.6	.00	196.83			
			9.0	-196.65	-530.92			
19								
1	.58		.0	183.33	-258.08			
			4.4	.00	148.55			
			9.0	-188.63	-281.91			
2	2.89		.0	257.31	-362.00			
			4.4	-.00	208.41			
			9.0	-265.01	-396.66			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
20	3	-125.82	.0	126.77	20.97			
			3.0	.00	210.09			
			9.0	-255.64	-558.95			
	4	128.31	.0	250.12	-551.39			
			5.9	.00	184.75			
			9.0	-132.30	-21.22			
	5	127.44	.0	179.53	-452.09			
			6.8	.00	154.46			
			9.0	-59.59	87.64			
	6	-126.69	.0	56.19	120.27			
			2.1	.00	179.68			
			9.0	-182.93	-450.09			
21	1	1.31	.0	185.98	-279.41			
			4.5	.00	139.04			
			9.0	-185.98	-279.41			
	2	2.56	.0	261.16	-392.21			
			4.5	-.00	195.41			
			9.0	-261.16	-392.21			
	3	-77.69	.0	134.38	-31.30			
			3.2	.00	181.19			
			9.0	-248.04	-542.77			
	4	80.83	.0	248.04	-543.14			
			5.8	.00	180.82			
			9.0	-134.38	-31.67			
5	80.10	.0	176.39	435.54				
		6.6	.00	149.98				
		9.0	-62.73	75.92				
6	-78.42	.0	62.73	76.30				
		2.4	.00	150.35				
		9.0	-176.39	-435.17				
21	1	.58	.0	188.63	-281.91			
			4.6	.00	148.55			
			9.0	-183.33	-258.08			
	2	2.89	.0	265.01	-396.66			
			4.6	-.00	208.41			
			9.0	-257.31	-362.00			
	3	-29.90	.0	132.93	-23.48			
			3.1	.00	184.47			
			9.0	-249.48	-547.95			
	4	32.39	.0	255.01	-556.69			
			6.0	.00	208.54			
			9.0	-127.41	17.53			
5	31.52	.0	182.30	-447.83				
		6.9	.00	177.59				

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			9.0	-56.82	116.83			
6	-30.77		.0	60.22	85.38			
			2.3	.00	153.63			
			9.0	-178.90	-448.65			
-----								
26								
1	9.22		.0	183.67	-260.31			
			4.4	.00	147.80			
			9.0	-188.30	-281.14			
2	-4.45		.0	257.05	-360.23			
			4.4	-.00	209.02			
			9.0	-265.28	-397.26			
3	-159.48		.0	148.29	-79.13			
			3.5	.00	179.64			
			9.0	-234.13	-465.39			
4	167.57		.0	228.83	-452.81			
			5.4	.00	163.35			
			9.0	-153.59	-114.24			
5	169.45		.0	158.34	-354.18			
			6.0	.00	117.64			
			9.0	-80.78	-5.16			
6	-157.59		.0	77.80	19.50			
			2.9	.00	133.42			
			9.0	-161.32	-356.31			
-----								
27								
1	7.20		.0	185.98	-278.57			
			4.5	.00	139.89			
			9.0	-185.98	-278.57			
2	-5.19		.0	261.16	-391.62			
			4.5	-.00	195.99			
			9.0	-261.16	-391.62			
3	-96.89		.0	153.57	-117.15			
			3.6	.00	160.35			
			9.0	-228.85	-455.93			
4	102.13		.0	228.85	-455.93			
			5.4	.00	160.36			
			9.0	-153.57	-117.15			
5	104.14		.0	157.20	-348.47			
			5.9	.00	116.59			
			9.0	-81.92	-9.69			
6	-94.88		.0	81.92	-9.69			
			3.1	.00	116.59			
			9.0	-157.20	-348.47			
-----								
28								
1	9.22		.0	188.30	-281.14			
			4.6	.00	147.80			
			9.0	-183.67	-260.31			

## FRAME ELEMENT FORCES

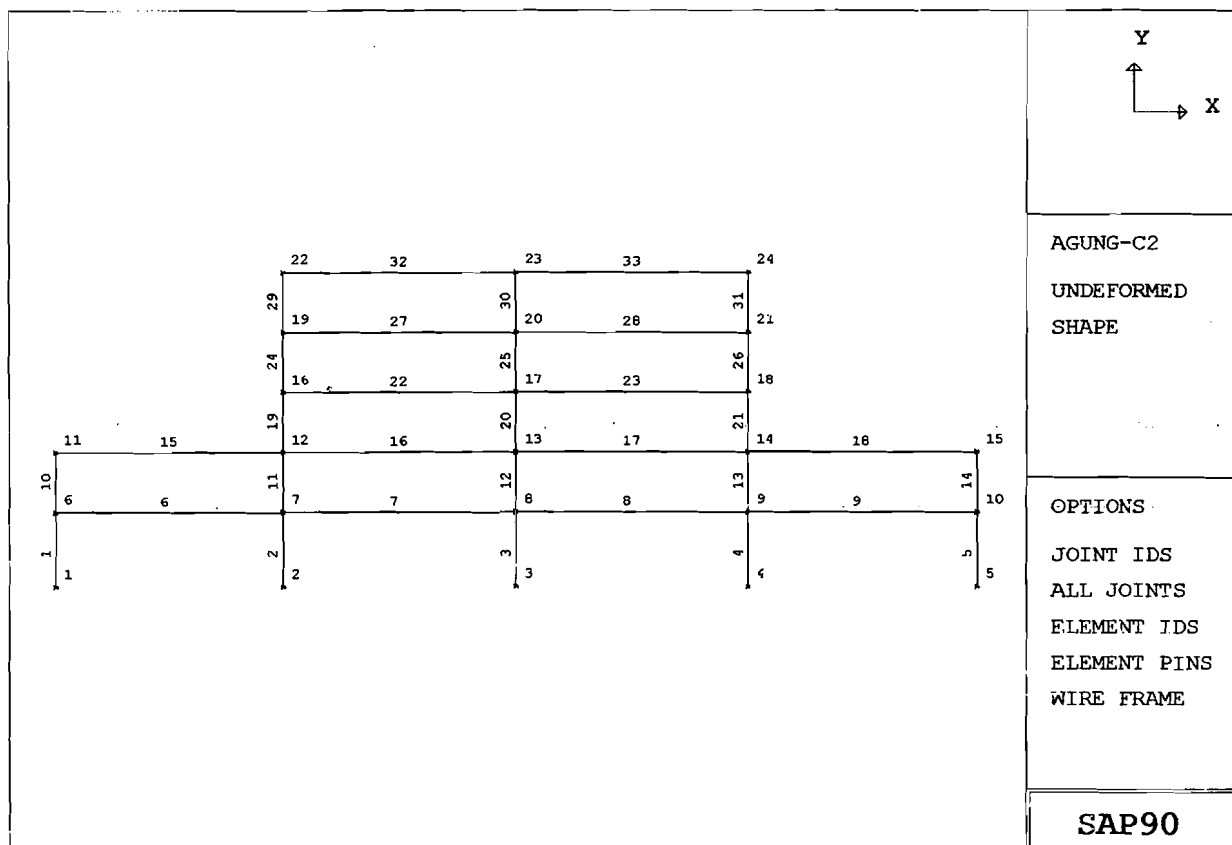
ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
2	-4.45	.0	265.28	-397.26		
		4.6	-.00	209.02		
		9.0	-257.05	-360.23		
3	-33.22	.0	153.57	-114.17		
		3.6	.00	163.35		
		9.0	-228.85	-452.91		
4	41.31	.0	234.15	-465.46		
		5.5	.00	179.67		
		9.0	-148.27	-79.02		
5	43.19	.0	161.34	-356.38		
		6.1	.00	133.46		
		9.0	-77.78	19.60		
6	-31.33	.0	80.76	-5.09		
		3.0	.00	117.65		
		9.0	-158.36	-354.28		
33 -----						
1	-73.63	.0	113.54	-162.25		
		4.4	.00	89.82		
		9.0	-116.60	-176.01		
2	-87.79	.0	122.90	-177.59		
		4.5	.00	96.33		
		9.0	-125.24	-188.10		
3	-179.91	.0	95.84	-108.22		
		4.0	.00	85.67		
		9.0	-117.32	-204.92		
4	38.26	.0	114.79	-193.99		
		4.8	.00	84.19		
		9.0	-98.37	-120.08		
5	61.76	.0	82.47	-147.19		
		5.0	.00	59.68		
		9.0	-65.48	-70.73		
6	-156.42	.0	63.51	-61.42		
		3.9	.00	61.28		
		9.0	-84.43	-155.57		
34 -----						
1	-71.76	.0	115.07	-172.47		
		4.5	.00	86.44		
		9.0	-115.07	-172.47		
2	-86.11	.0	124.07	-185.85		
		4.5	.00	93.30		
		9.0	-124.07	-185.85		
3	-133.78	.0	96.93	-116.37		
		4.1	.00	81.99		
		9.0	-116.23	-203.20		
4	-4.62	.0	116.23	-203.06		
		4.9	.00	82.13		

## 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 ENDD	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	18.44		9.0	-96.93	-116.22			
			.0	83.62	-154.22			
			5.1	.00	58.47			
			9.0	-64.32	-67.38			
6	-110.71		.0	64.32	-67.53			
			3.9	.00	58.33			
			9.0	-83.62	-154.36			
-----								
35								
1	-73.63		.0	116.60	-176.01			
			4.6	.00	89.82			
			9.0	-113.54	-162.25			
2	-87.79		.0	125.24	-188.10			
			4.5	.00	96.33			
			9.0	-122.90	-177.59			
3	-90.05		.0	98.14	-119.26			
			4.1	.00	84.08			
			9.0	-115.02	-195.20			
4	-51.59		.0	117.55	-205.74			
			5.0	.00	85.97			
			9.0	-95.61	-107.02			
5	-28.10		.0	84.66	-156.38			
			5.2	.00	61.61			
			9.0	-63.29	-60.21			
6	-66.56		.0	65.25	-69.91			
			4.0	.00	59.60			
			9.0	-82.69	-148.39			

PORTAL MEMBRURE TYPE C

# PORTAL MEMBUJUR TIPE C



AGUNG-C2  
 UNDEFORMED  
 SHAPE

OPTIONS  
 JOINT IDS  
 ALL JOINTS  
 ELEMENT IDS  
 ELEMENT PINS  
 WIRE FRAME

**SAP90**

DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-C2

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIPE C (3,75X9)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
5	X=60			G=1,5,1
6	X=0	Y=5		
10	X=60			G=6,10,1
11	X=0	Y=9		
15	X=60			G=11,15,1
16	X=15	Y=13		
18	X=45			G=16,18,1
19	X=15	Y=17		
21	X=45			G=19,21,1
22	X=15	Y=21		
24	X=45			G=22,24,1

RESTRAINS

1,24,1	R=0,0,1,1,1,0
1,5,1	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3 NL=4

1	A=0.0856	I=7.3973E-3	E=2E8		:BALOK ATAP (W36X135)
2	A=0.1036	I=1.2756E-2	E=2E8		:BALOK LANTAI (W36X230)
3	A=0.0939	I=3.3116E-3	E=2.3143E8		:KOLOM (W14X311)
1	WG=0,-14.6	PLD=3.75,-162.5844,0,7.5,-162.5844,0,11.25,-162.5844,0			:BBN MATI BALOK ATAP
2	WG=0,-2.5	PLD=3.75,-31.7969,0,7.5,-31.7969,0,11.25,-31.7969,0			:BBN HIDUP BALOK ATAP
3	WG=0,-26.4	PLD=3.75,-169.6578,0,7.5,-169.6578,0,11.25,-169.6578,0			:BBN MATI BALOK LANTAI
4	WG=0,-10	PLD=3.75,-127.1875,0,7.5,-127.1875,0,11.25,-127.1875,0			:BBN HIDUP BALOK LANTAI

C KOLOM

1,1,6	G=4,1,1,1	M=3	NSL=0,0	LP=1	:KOLOM
10,6,11	G=4,1,1,1	M=3			
19,12,16	G=2,1,1,1	M=3			
24,16,19	G=2,1,1,1	M=3			
29,19,22	G=2,1,1,1	M=3			

C BALOK

6,6,7	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		:BALOK LANTAI
15,11,12	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
22,16,17	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
27,19,20	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
32,22,23	G=1,1,1,1	M=1	NSL=1,2		:BALOK ATAP

LOADS

6	F=197.892	L=3	:BEBAN GEMPA
11	F=351.221		
16	F=258.09		
19	F=337.50		
22	F=241.869		

COMBO

1	C=1.4
2	C=1.2,1.6
3	C=1.2,0.5,1.5
4	C=1.2,0.5,-1.5
5	C=0.9,0,-1.5
6	C=0.9,0,1.5



PROGRAM: SAP90/FILE: agung-c2.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TIPE C (3,75X9)M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1 -----								
1	-1158.97		.0	-163.45	294.99			
			5.0	-163.45	-522.26			
2	-1768.22		.0	-253.21	456.90			
			5.0	-253.21	-809.13			
3	-986.33		.0	197.83	-824.37			
			5.0	197.83	164.79			
4	-1484.73		.0	-548.73	1457.60			
			5.0	-548.73	-1286.02			
5	-994.25		.0	-478.35	1330.62			
			5.0	-478.35	-1061.15			
6	-495.85		.0	268.20	-951.35			
			5.0	268.20	389.67			
2 -----								
1	-4321.78		.0	-7.74	21.73			
			5.0	-7.74	-16.95			
2	-6395.55		.0	-11.40	32.62			
			5.0	-11.40	-24.39			
3	-4321.93		.0	453.46	-1255.15			
			5.0	453.46	1012.17			
4	-4768.80		.0	-469.71	1301.15			
			5.0	-469.71	-1047.39			
5	-3001.72		.0	-466.56	1292.12			
			5.0	-466.56	-1040.68			
6	-2554.85		.0	456.61	-1264.18			
			5.0	456.61	1018.88			
3 -----								
1	-6220.98		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
2	-9031.55		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
3	-6489.69		.0	440.28	-1234.82			
			5.0	440.28	966.56			
4	-6486.89		.0	-440.28	1234.82			
			5.0	-440.28	-966.56			
5	-3997.80		.0	-440.28	1234.82			
			5.0	-440.28	-966.56			
6	-4000.60		.0	440.28	-1234.82			
			5.0	440.28	966.56			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4 -----								
1	-4321.78		.0	7.74	-21.73			
			5.0	7.74	16.95			
2	-6395.55		.0	11.40	-32.62			
			5.0	11.40	24.39			
3	-4776.37		.0	457.91	-1268.47			
			5.0	457.91	1021.07			
4	-4314.37		.0	-441.66	1222.47			
			5.0	-441.66	-985.84			
5	-2547.28		.0	-444.81	1231.50			
			5.0	-444.81	-992.56			
6	-3009.29		.0	454.76	-1259.44			
			5.0	454.76	1014.35			
5 -----								
1	-1158.97		.0	163.45	-294.99			
			5.0	163.45	522.26			
2	-1768.22		.0	253.21	-456.90			
			5.0	253.21	809.13			
3	-1475.76		.0	530.38	-1401.13			
			5.0	530.38	1250.77			
4	-995.30		.0	-179.49	767.89			
			5.0	-179.49	-129.54			
5	-504.82		.0	-249.86	894.87			
			5.0	-249.86	-354.41			
6	-985.28		.0	460.01	-1274.15			
			5.0	460.01	1025.89			
10 -----								
1	-568.26		.0	-472.93	834.57			
			4.0	-472.93	-1057.17			
2	-866.66		.0	-732.51	1293.01			
			4.0	-732.51	-1637.01			
3	-503.79		.0	-205.48	423.84			
			4.0	-205.48	-398.08			
4	-707.61		.0	-809.72	1367.89			
			4.0	-809.72	-1871.01			
5	-467.22		.0	-606.15	1008.53			
			4.0	-606.15	-1416.08			
6	-263.40		.0	-1.91	64.48			
			4.0	-1.91	56.85			
11 -----								
1	-3007.01		.0	102.65	-168.68			
			4.0	102.65	241.92			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
2	-4385.07		.0	161.10	-265.00			
			4.0	161.10	379.41			
3	-2885.78		.0	522.70	-1009.64			
			4.0	522.70	1081.15			
4	-3398.87		.0	-301.03	645.21			
			4.0	-301.03	-558.89			
5	-2189.62		.0	-345.87	718.99			
			4.0	-345.87	-664.50			
6	-1676.54		.0	477.85	-935.87			
			4.0	477.85	975.54			
-----								
12								
1	-4964.06		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-7109.74		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-5147.02		.0	381.47	-761.10			
			4.0	381.47	764.78			
4	-5147.06		.0	-381.47	761.10			
			4.0	-381.47	-764.78			
5	-3191.20		.0	-381.47	761.10			
			4.0	-381.47	-764.78			
6	-3191.16		.0	381.47	-761.10			
			4.0	381.47	764.78			
-----								
13								
1	-3007.01		.0	-102.65	168.68			
			4.0	-102.65	-241.92			
2	-4385.07		.0	-161.10	265.00			
			4.0	-161.10	-379.41			
3	-3401.77		.0	286.47	-619.98			
			4.0	286.47	525.88			
4	-2882.88		.0	-508.14	984.41			
			4.0	-508.14	-1048.14			
5	-1673.63		.0	-463.29	910.64			
			4.0	-463.29	-942.53			
6	-2192.53		.0	331.31	-693.76			
			4.0	331.31	631.49			
-----								
14								
1	-568.26		.0	472.93	-834.57			
			4.0	472.93	1057.17			
2	-866.66		.0	732.51	-1293.01			
			4.0	732.51	1637.01			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-704.73		.0	797.87	-1349.26			
			4.0	797.87	1842.20			
4	-506.67		.0	217.34	-442.46			
			4.0	217.34	426.89			
5	-266.28		.0	13.76	-83.10			
			4.0	13.76	-28.04			
6	-464.34		.0	594.29	-989.91			
			4.0	594.29	1387.27			
-----								
19								
1	-1653.54		.0	-196.79	207.69			
			4.0	-196.79	-579.47			
2	-2314.84		.0	-302.77	317.84			
			4.0	-302.77	-893.23			
3	-1453.75		.0	165.99	-602.49			
			4.0	165.99	61.46			
4	-1941.83		.0	-587.15	1045.92			
			4.0	-587.15	-1302.67			
5	-1307.03		.0	-503.07	957.72			
			4.0	-503.07	-1054.58			
6	-818.95		.0	250.06	-690.69			
			4.0	250.06	309.55			
-----								
20								
1	-3739.69		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-5237.65		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-3840.45		.0	494.09	-963.42			
			4.0	494.09	1012.93			
4	-3840.57		.0	-494.09	963.42			
			4.0	-494.09	-1012.93			
5	-2404.15		.0	-494.09	963.42			
			4.0	-494.09	-1012.93			
6	-2404.02		.0	494.09	-963.42			
			4.0	494.09	1012.93			
-----								
21								
1	-1653.54		.0	196.79	-207.69			
			4.0	196.79	579.47			
2	-2314.84		.0	302.77	-317.84			
			4.0	302.77	893.23			
3	-1941.90		.0	596.11	-1064.09			
			4.0	596.11	1320.37			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
24	4	-1453.69	.0	-174.95	620.66			
			4.0	-174.95	-79.15			
	5	-818.88	.0	-259.03	708.86			
			4.0	-259.03	-327.25			
	6	-1307.09	.0	512.04	-975.89			
			4.0	512.04	1072.28			
25	1	-1061.28	.0	-376.84	787.87			
			4.0	-376.84	-719.51			
	2	-1411.69	.0	-594.28	1220.84			
			4.0	-594.28	-1156.28			
	3	-952.96	.0	-175.73	470.53			
			4.0	-175.73	-232.40			
	4	-1180.14	.0	-639.83	1221.06			
			4.0	-639.83	-1338.27			
	5	-795.84	.0	-474.31	881.75			
			4.0	-474.31	-1015.47			
	6	-568.66	.0	-10.21	131.22			
			4.0	-10.21	90.39			
26	1	-2390.28	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	2	-3171.01	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	3	-2399.48	.0	412.95	-786.13			
			4.0	412.95	865.68			
	4	-2399.52	.0	-412.95	786.13			
			4.0	-412.95	-865.68			
	5	-1536.63	.0	-412.95	786.13			
			4.0	-412.95	-865.68			
	6	-1536.58	.0	412.95	-786.13			
			4.0	412.95	865.68			
26	1	-1061.28	.0	376.84	-787.87			
			4.0	376.84	719.51			
	2	-1411.69	.0	594.28	-1220.84			
			4.0	594.28	1156.28			
	3	-1180.16	.0	631.83	-1203.81			
			4.0	631.83	1323.53			
	4	-952.94	.0	183.73	-487.78			
			4.0	183.73	247.14			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
29	5	-568.64	.0	18.20	-148.47			
			4.0	18.20	-75.66			
	6	-795.86	.0	466.31	-864.51			
			4.0	466.31	1000.74			
	1	-454.67	.0	-453.80	785.84			
			4.0	-453.80	-1029.38			
30	2	-494.14	.0	-565.32	1094.44			
			4.0	-565.32	-1166.82			
	3	-393.36	.0	-357.37	688.16			
			4.0	-357.37	-741.32			
	4	-451.34	.0	-530.79	922.04			
			4.0	-530.79	-1201.14			
31	5	-321.28	.0	-378.44	622.12			
			4.0	-378.44	-891.65			
	6	-263.29	.0	-205.02	388.25			
			4.0	-205.02	-431.83			
	1	-1069.57	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
30	2	-1133.18	.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
	3	-983.98	.0	185.62	-330.42			
			4.0	185.62	412.08			
	4	-984.83	.0	-185.62	330.42			
			4.0	-185.62	-412.08			
31	5	-688.01	.0	-185.62	330.42			
			4.0	-185.62	-412.08			
	6	-687.16	.0	185.62	-330.42			
			4.0	185.62	412.08			
	1	-454.67	.0	453.80	-785.84			
			4.0	453.80	1029.38			
31	2	-494.14	.0	565.32	-1094.44			
			4.0	565.32	1166.82			
	3	-451.77	.0	534.55	-932.76			
			4.0	534.55	1205.43			
	4	-392.93	.0	353.61	-677.43			
			4.0	353.61	737.02			
31	5	-262.87	.0	201.26	-377.52			
			4.0	201.26	427.54			

## 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
6		-321.71	.0	382.20	-632.85			
			4.0	382.20	895.94			
-----								
6	1	309.48	.0	590.71	-1356.83			
			3.8	214.58	598.46			
			7.5	-161.54	1143.26			
			11.3	-537.66	277.61			
			15.0	-676.26	-1998.45			
	2	479.30	.0	901.55	-2102.14			
			3.8	315.66	943.45			
			7.5	-270.23	1791.91			
			11.3	-856.12	443.28			
			15.0	-1034.92	-3102.36			
	3	106.47	.0	482.54	-259.05			
			3.8	77.81	1292.58			
			5.9	-.00	1375.11			
			7.5	-326.93	1326.44			
			11.3	-731.66	-157.45			
			15.0	-869.21	-3159.04			
	4	557.84	.0	777.12	-2653.91			
			3.8	372.38	2.40			
			7.5	-32.35	1140.92			
			11.3	-437.08	761.69			
			15.0	-574.63	-1135.25			
	5	424.63	.0	527.03	-2069.68			
			3.8	285.24	-260.37			
			7.5	43.44	642.19			
			9.3	.00	681.91			
			11.3	-198.35	638.03			
			15.0	-287.45	-272.82			
	6	-26.73	.0	232.45	325.18			
			3.8	-9.34	1029.82			
			7.5	-251.13	827.72			
			11.3	-492.93	-281.10			
			15.0	-582.02	-2296.61			
-----								
7	1	199.09	.0	638.51	-1846.71			
			3.8	262.38	287.82			
			7.5	-113.74	1011.87			
			11.3	-409.86	325.47			
			15.0	-628.46	-1771.35			
	2	306.79	.0	975.56	-2861.76			
			3.8	389.67	461.37			
			7.5	-196.22	1587.36			
			11.3	-782.11	516.27			
			15.0	-960.91	-2751.84			
	3	37.24	.0	566.95	-1137.23			
			3.8	162.21	730.92			
			7.5	-242.52	1081.29			
			11.3	-647.26	-86.09			
			15.0	-784.80	-2771.17			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID CMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
4	389.15					
	.0	795.31	-2827.86			
	3.8	390.57	-103.35			
	7.5	-14.16	1103.38			
	11.3	-418.90	792.35			
5	303.95					
	.0	524.65	-2032.49			
	3.8	282.86	-232.11			
	7.5	41.06	661.53			
	9.2	.00	697.02			
6	-47.97					
	.0	296.29	-341.86			
	3.8	54.49	602.16			
	6.0	.00	664.65			
	7.5	-187.30	639.45			
8						
	1	199.09				
	.0	628.46	-1771.35			
	3.8	252.33	325.50			
	7.5	-123.79	1011.87			
2	306.79					
	.0	960.91	-2751.84			
	3.8	375.01	516.33			
	7.5	-210.87	1587.36			
	11.3	-796.76	461.31			
3	96.05					
	.0	557.86	-1043.51			
	3.8	153.13	790.58			
	7.5	-251.60	1106.89			
	11.3	-656.34	-94.55			
4	330.35					
	.0	783.38	-2764.05			
	3.8	378.65	-84.24			
	7.5	-26.08	1077.77			
	11.3	-430.82	722.04			
5	245.14					
	.0	516.77	-1998.99			
	3.8	274.98	-228.16			
	7.5	33.18	635.93			
	8.9	.00	659.10			
6	10.84					
	.0	291.25	-278.46			
	3.8	49.45	646.66			
	5.8	.00	698.13			
	7.5	-192.34	665.05			
	11.3	-434.13	-223.29			
	15.0	-523.23	-2018.32			



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
-----								
9								
1	309.48		.0	676.26	-1998.45			
			3.8	300.13	277.65			
			7.5	-75.99	1143.27			
			11.3	-452.11	598.43			
			15.0	-590.71	-1356.83			
2	479.30		.0	1034.92	-3102.36			
			3.8	449.02	443.34			
			7.5	-136.86	1791.91			
			11.3	-722.75	943.40			
			15.0	-901.55	-2102.14			
3	267.49		.0	580.71	-1172.63			
			3.8	175.98	747.15			
			7.5	-228.75	1149.16			
			11.3	-633.49	33.41			
			15.0	-771.03	-2600.03			
4	396.82		.0	863.12	-3121.66			
			3.8	458.39	-142.83			
			7.5	53.66	1318.21			
			9.0	-.00	1357.46			
			11.3	-351.08	1261.50			
			15.0	-488.63	-312.92			
5	263.62		.0	575.94	-2259.23			
			3.8	334.15	-266.50			
			7.5	92.36	819.48			
			11.3	-149.44	998.75			
			15.0	-238.54	271.31			
6	134.29		.0	293.53	-310.20			
			3.8	51.74	623.48			
			5.9	.00	679.81			
			7.5	-190.05	650.43			
			11.3	-431.85	-229.34			
			15.0	-520.94	-2015.80			
-----								
15								
1	-472.93		.0	568.26	-1057.17			
			3.8	192.14	813.94			
			7.5	-183.98	1274.57			
			11.3	-560.10	324.75			
			15.0	-698.70	-2035.48			
2	-732.51		.0	866.66	-1637.01			
			3.8	280.77	1277.74			
			7.5	-305.12	1995.37			
			11.3	-891.01	515.92			
			15.0	-1069.80	-3160.56			
3	-732.31		.0	503.79	-398.08			
			3.8	99.05	1233.22			
			6.5	-.00	1366.96			
			7.5	-305.68	1346.75			
			11.3	-710.41	-57.47			
			15.0	-847.96	-2979.39			
4	-282.89		.0	707.61	-1871.01			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			3.8	302.88	524.65			
			7.5	-101.85	1402.53			
			11.3	-506.59	762.66			
			15.0	-644.14	-1394.92			
5	-79.32		.0	467.22	-1416.08			
			3.8	225.43	168.96			
			7.5	-16.36	847.26			
			11.3	-258.15	618.83			
			15.0	-347.25	-516.29			
6	-528.74		.0	263.40	56.85			
			3.8	21.60	877.53			
			4.7	.00	887.35			
			7.5	-220.19	791.48			
			11.3	-461.98	-201.30			
			15.0	-551.08	-2100.76			
-----								
16								
1	-173.49		.0	654.78	-2001.25			
			3.8	278.65	194.30			
			7.5	-97.47	979.36			
			11.3	-473.59	353.98			
			15.0	-612.19	-1681.83			
2	-268.63		.0	1000.42	-3098.99			
			3.8	414.53	317.36			
			7.5	-171.36	1536.59			
			11.3	-757.25	558.73			
			15.0	-936.05	-2616.16			
3	-375.60		.0	584.07	-1295.76			
			3.8	179.33	636.60			
			7.5	-225.40	1051.18			
			11.3	-630.13	-51.98			
			15.0	-767.68	-2672.85			
4	3.23		.0	812.90	-2999.73			
			3.8	408.16	-209.26			
			7.5	3.43	1063.43			
			11.3	-401.30	818.37			
			15.0	-538.85	-944.40			
5	77.88		.0	535.34	-2138.50			
			3.8	293.55	-298.02			
			7.5	51.76	635.72			
			9.7	.00	692.09			
			11.3	-190.04	662.73			
			15.0	-279.13	-216.95			
6	-300.95		.0	306.51	-434.53			
			3.8	64.72	547.83			
			6.5	.00	635.98			
			7.5	-177.07	623.47			
			11.3	-418.86	-207.62			
			15.0	-507.96	-1945.40			
-----								
17								
1	-173.49		.0	612.19	-1681.83			
			3.8	236.06	354.01			
			7.5	-140.06	979.36			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			11.3	-516.18		194.26		
			15.0	-654.78		-2001.25		
2	-268.63		.0	936.05		-2616.16		
			3.8	350.15		558.78		
			7.5	-235.74		1536.58		
			11.3	-821.63		317.31		
			15.0	-1000.42		-3098.99		
3	-488.22		.0	538.90		-944.65		
			3.8	134.16		818.31		
			7.5	-270.57		1063.49		
			11.3	-675.31		-209.07		
			15.0	-812.85		-2999.34		
4	115.85		.0	767.64		-2672.60		
			3.8	362.90		-51.85		
			7.5	-41.83		1051.12		
			11.3	-446.56		636.34		
			15.0	-584.11		-1296.15		
5	190.50		.0	507.92		-1945.15		
			3.8	266.13		-207.50		
			7.5	24.33		623.41		
			8.5	.00		635.87		
			11.3	-217.46		547.59		
			15.0	-306.56		-434.92		
6	-413.56		.0	279.18		-217.20		
			3.8	37.38		662.65		
			5.3	.00		692.06		
			7.5	-204.41		635.77		
			11.3	-446.20		-297.82		
			15.0	-535.30		-2138.11		
-----								
18								
1	-472.93		.0	698.70		-2035.48		
			3.8	322.58		324.79		
			7.5	-53.54		1274.58		
			11.3	-429.66		813.91		
			15.0	-568.26		-1057.17		
2	-732.51		.0	1069.80		-3160.56		
			3.8	483.91		515.98		
			7.5	-101.98		1995.38		
			11.3	-687.87		1277.70		
			15.0	-866.66		-1637.01		
3	-797.87		.0	647.02		-1409.37		
			3.8	242.28		759.06		
			7.5	-162.45		1409.71		
			11.3	-567.18		542.61		
			15.0	-704.73		-1842.20		
4	-217.34		.0	845.08		-2964.95		
			3.8	440.34		-53.79		
			7.5	35.61		1339.58		
			8.5	-.00		1356.87		
			11.3	-369.12		1215.20		
			15.0	-506.67		-426.89		

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	-13.76	.0	548.20	-2086.31			
		3.8	306.40	-197.63			
		7.5	64.61	784.31			
		10.2	.00	872.15			
		11.3	-177.18	859.53			
		15.0	-266.28	28.04			
6	-594.29	.0	350.14	-530.73			
		3.8	108.34	615.22			
		7.5	-133.45	854.43			
		11.3	-375.24	186.93			
		15.0	-464.34	-1387.27			
-----							
22							
1	180.05	.0	592.26	-1367.34			
		3.8	216.13	593.76			
		7.5	-159.99	1144.37			
		11.3	-536.11	284.53			
		15.0	-674.71	-1985.72			
2	291.51	.0	903.15	-2114.07			
		3.8	317.26	937.51			
		7.5	-268.63	1791.96			
		11.3	-854.52	449.33			
		15.0	-1033.32	-3090.32			
3	-45.42	.0	500.79	-409.07			
		3.8	96.06	1210.99			
		6.4	-.00	1336.77			
		7.5	-308.68	1313.29			
		11.3	-713.41	-102.17			
		15.0	-850.96	-3035.33			
4	439.82	.0	761.69	-2523.73			
		3.8	356.96	74.73			
		7.5	-47.77	1155.41			
		11.3	-452.51	718.34			
		15.0	-590.06	-1236.44			
5	358.37	.0	511.19	-1936.33			
		3.0	269.39	186.43			
		7.5	27.60	656.73			
		8.7	.00	672.76			
		11.3	-214.19	593.17			
		15.0	-303.29	-377.09			
6	-126.87	.0	250.28	178.33			
		3.8	8.49	949.83			
		4.1	.00	951.35			
		7.5	-233.30	814.60			
		11.3	-475.09	-227.34			
		15.0	-564.19	-2175.98			
-----							
23							
1	180.05	.0	674.71	-1985.72			
		3.8	298.58	284.57			
		7.5	-77.54	1144.37			
		11.3	-453.66	593.73			
		15.0	-592.26	-1367.34			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
2	291.51					
	.0	1033.32	-3090.32			
	3.8	447.43	449.39			
	7.5	-138.46	1791.97			
	11.3	-724.35	937.46			
	15.0	-903.15	-2114.07			
3	35.72					
	.0	590.01	-1236.27			
	3.8	185.28	718.39			
	7.5	-219.45	1155.26			
	11.3	-624.19	74.39			
	15.0	-761.74	-2524.18			
4	358.68					
	.0	851.00	-3035.49			
	3.8	446.26	-102.13			
	7.5	41.53	1313.44			
	8.6	-.00	1336.95			
	11.3	-363.20	1211.27			
5	277.23					
	.0	564.23	-2176.15			
	3.8	322.44	-227.32			
	7.5	80.65	814.76			
	10.9	.00	951.63			
	11.3	-161.14	950.12			
6	-45.73					
	.0	303.25	-376.92			
	3.8	61.45	593.20			
	6.3	.00	672.67			
	7.5	-180.34	656.58			
	11.3	-422.13	-186.76			
27						
	1	76.96				
	.0	606.61	-1505.35			
	3.8	230.49	509.58			
	7.5	-145.63	1114.03			
	11.3	-521.75	308.02			
2	-28.96					
	.0	917.55	-2250.72			
	3.8	331.66	854.86			
	7.5	-254.23	1763.31			
	11.3	-840.12	474.67			
	15.0	-1018.92	-3010.98			
3	-324.61					
	.0	559.61	-920.56			
	3.8	154.87	920.06			
	7.5	-249.86	1242.91			
	11.3	-654.60	48.00			
	15.0	-792.14	-2664.60			
4	397.21					
	.0	728.80	-2260.30			
	3.8	324.06	214.80			
	7.5	-80.67	1172.12			
	11.3	-485.40	611.70			
	15.0	-622.95	-1466.44			
5	410.39					
	.0	474.56	-1637.59			
	3.8	232.77	-25.04			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			7.5	-9.02	680.77			
			11.3	-250.82	479.86			
			15.0	-339.91	-627.74			
6	-311.44		.0	305.37	-297.85			
			3.8	63.57	680.22			
			6.4	.00	765.27			
			7.5	-178.22	751.55			
			11.3	-420.01	-83.83			
			15.0	-509.11	-1825.91			
-----								
28								
1	76.96		.0	660.35	-1908.39			
			3.8	284.23	308.06			
			7.5	-91.89	1114.03			
			11.3	-468.01	509.55			
			15.0	-606.61	-1505.35			
2	-28.96		.0	1018.92	-3010.98			
			3.8	433.03	474.73			
			7.5	-152.86	1763.31			
			11.3	-738.75	854.81			
			15.0	-917.55	-2250.72			
3	-97.29		.0	623.36	-1468.50			
			3.8	218.62	611.18			
			7.5	-186.11	1173.09			
			11.3	-590.85	217.25			
			15.0	-728.39	-2256.29			
4	169.89		.0	791.74	-2662.54			
			3.8	387.00	48.59			
			7.5	-17.73	1241.94			
			11.3	-422.46	917.54			
			15.0	-560.01	-924.57			
5	183.06		.0	508.70	-1823.84			
			3.8	266.91	-83.25			
			7.5	25.12	750.59			
			8.6	.00	763.86			
			11.3	-216.67	677.71			
			15.0	-305.77	-301.86			
6	84.11		.0	340.32	-629.81			
			3.8	98.53	479.33			
			7.5	-143.27	681.74			
			11.3	-385.06	-22.58			
			15.0	-474.16	-1633.58			
-----								
32								
1	-453.80		.0	454.67	-1029.38			
			3.8	150.40	531.92			
			7.5	-153.87	952.18			
			11.3	-458.14	231.44			
			15.0	-534.79	-1630.27			
2	-565.32		.0	494.14	-1166.82			
			3.8	167.46	534.90			
			7.5	-159.21	1011.56			
			11.3	-485.89	263.19			
			15.0	-566.59	-1710.18			

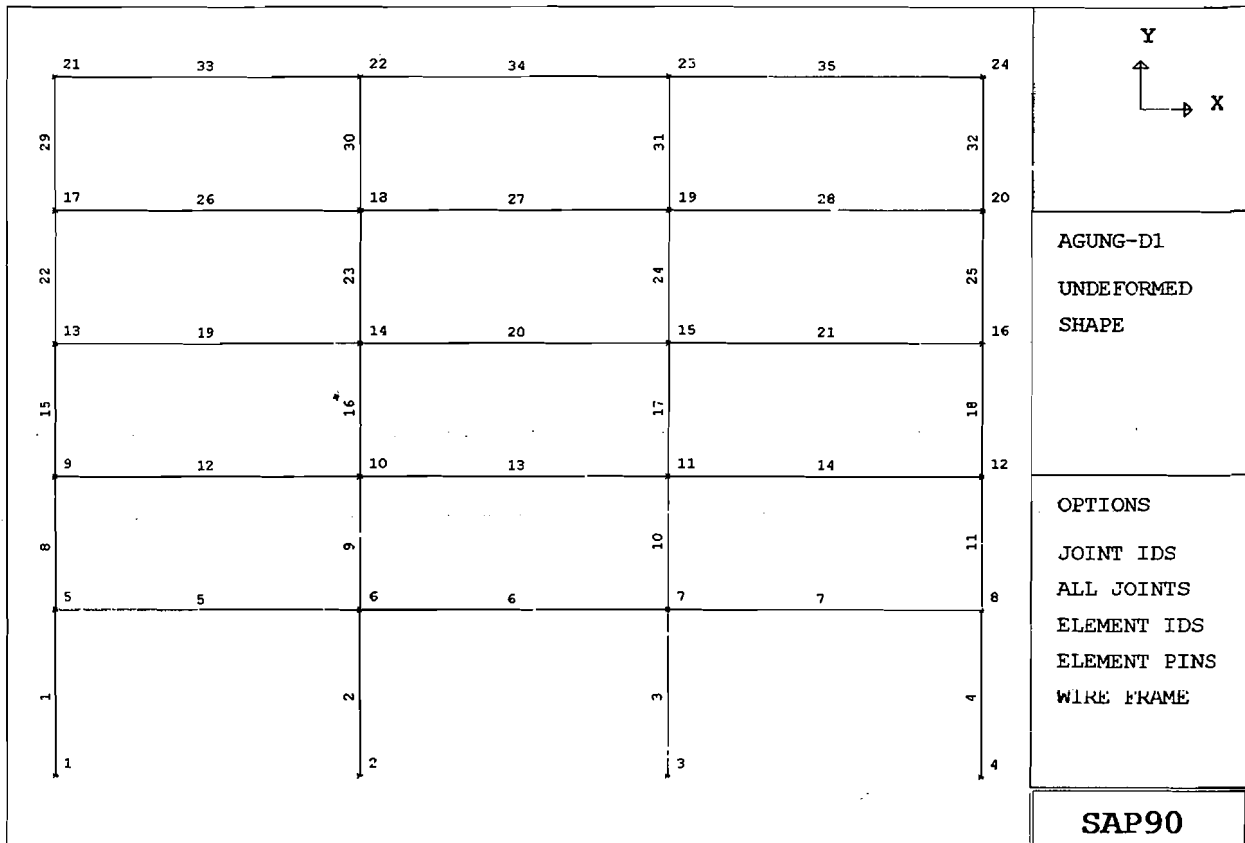
## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-720.17		.0	393.36	-741.32			
			3.8	111.97	601.79			
			7.5	-169.42	889.68			
			11.3	-450.81	122.37			
			15.0	-521.19	-1700.11			
4	-167.99		.0	451.34	-1201.14			
			3.8	169.95	359.42			
			7.5	-111.43	864.76			
			11.3	-392.82	314.89			
			15.0	-463.21	-1290.14			
5	-15.64		.0	321.28	-891.65			
			3.8	125.68	220.76			
			7.5	-69.92	599.65			
			11.3	-265.52	245.05			
			15.0	-314.80	-843.05			
6	-567.82		.0	263.29	-431.83			
			3.8	67.69	463.13			
			7.5	-127.91	624.58			
			11.3	-323.51	52.52			
			15.0	-372.78	-1253.01			
-----								
33								
1	-453.80		.0	534.79	-1630.27			
			3.8	230.52	231.47			
			7.5	-73.75	952.19			
			11.3	-378.02	531.89			
			15.0	-454.67	-1029.38			
2	-565.32		.0	566.59	-1710.18			
			3.8	239.91	263.22			
			7.5	-86.76	1011.57			
			11.3	-413.44	534.88			
			15.0	-494.14	-1166.82			
3	-534.55		.0	462.78	-1288.03			
			3.8	181.39	315.43			
			7.5	-99.99	863.67			
			11.3	-381.38	356.70			
			15.0	-451.77	-1205.43			
4	-353.61		.0	521.62	-1702.22			
			3.8	240.23	121.89			
			7.5	-41.15	890.78			
			11.3	-322.54	604.47			
			15.0	-392.93	-737.02			
5	-201.26		.0	373.21	-1255.12			
			3.8	177.61	52.04			
			7.5	-17.99	625.68			
			11.3	-213.59	465.81			
			15.0	-262.87	-427.54			
6	-382.20		.0	314.37	-840.94			
			3.8	118.77	245.57			
			7.5	-76.83	598.56			
			11.3	-272.43	218.05			
			15.0	-321.71	-895.94			

PORTAL MELINTANG TIPE D



# PORTAL MELINTANG TIPE D



DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-D1

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPE D (4,5X15)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
4	X=27			G=1,4,1
5	X=0	Y=5		
8	X=27			
21	X=0	Y=21		
24	X=27			Q=5,8,21,24,1,4

RESTRAINS

1,24,1	R=0,0,1,1,1,0
1,4,1	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3	NL=4			
1	A=0.0606	I=3.4530E-3	E=2E8	:BALOK ATAP (W27X94)
2	A=0.0713	I=8.3926E-3	E=2E8	:BALOK LANTAI (W36X150)
3	A=0.1048	I=3.5209E-3	E=2.2793E8	:KOLOM (W14X342)
1	WG=0,-18.56,0	PLD=4.5,-391.767,0		:BEBAN MATI BALOK ATAP
2	WG=0,-3,0	PLD=4.5,-65.475,0		:BEBAN HIDUP BALOK ATAP
3	WG=0,-29.9,0	PLD=4.5,-405.803,0		:BEBAN MATI BALOK
LANTAI				
4	WG=0,-12,0	PLD=4.5,-261.9,0		:BEBAN HIDUP BALOK

LANTAI

C KOLOM

1,1,5	G=3,1,1,1	M=3	LP=1	NSL=0	:KOLOM
8,5,9	G=3,1,1,1				
15,9,13	G=3,1,1,1				
22,13,17	G=3,1,1,1				
29,17,21	G=3,1,1,1				

C BALOK

5,5,6	G=2,1,1,1	M=2	NSL=3,4	LP=1	:BALOK LANTAI
12,9,10	G=2,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
19,13,14	G=2,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
26,17,18	G=2,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
33,21,22	G=2,1,1,1	M=1	NSL=1,2		:BALOK ATAP

LOADS

5	F=95.787	L=3	:BEBAN GEMPA
9	F=171.066		
13	F=247.095		
17	F=323.125		
21	F=245.706		

COMBO

1	C=1.4
2	C=1.2,1.6
3	C=1.2,0.5,1.5
4	C=1.2,0.5,-1.5
5	C=0.9,0,-1.5
6	C=0.9,0,1.5

PROGRAM: SAP90/FILE: agung-d1.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MELINTANG TIPE D (4,5X15)M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1 -----								
1	-2189.96		.0	-85.60	149.54			
			5.0	-85.60	-278.44			
2	-3078.56		.0	-128.72	224.84			
			5.0	-128.72	-418.74			
3	-1506.70		.0	275.41	-956.89			
			5.0	275.41	420.16			
4	-2998.43		.0	-456.74	1273.67			
			5.0	-456.74	-1010.03			
5	-2153.70		.0	-421.10	1211.42			
			5.0	-421.10	-894.09			
6	-661.97		.0	311.05	-1019.14			
			5.0	311.05	536.10			
2 -----								
1	-4652.72		.0	3.72	-4.04			
			5.0	3.72	14.56			
2	-6559.57		.0	5.97	-6.73			
			5.0	5.97	23.12			
3	-4896.42		.0	454.39	-1258.35			
			5.0	454.39	1013.61			
4	-4686.87		.0	-446.28	1249.39			
			5.0	-446.28	-982.00			
5	-2886.25		.0	-447.94	1251.27			
			5.0	-447.94	-988.44			
6	-3095.81		.0	452.73	-1256.47			
			5.0	452.73	1007.16			
3 -----								
1	-4652.72		.0	-3.72	4.04			
			5.0	-3.72	-14.56			
2	-6559.57		.0	-5.97	6.73			
			5.0	-5.97	-23.12			
3	-4695.99		.0	443.57	-1242.01			
			5.0	443.57	975.85			
4	-4887.30		.0	-451.69	1250.97			
			5.0	-451.69	-1007.46			
5	-3086.68		.0	-450.02	1249.09			
			5.0	-450.02	-1001.01			
6	-2895.38		.0	445.24	-1243.89			
			5.0	445.24	982.29			

## 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
4 -----								
1	-2189.96		.0	85.60	-149.54			
			5.0	85.60	276.44			
2	-3078.56		.0	128.72	-224.84			
			5.0	128.72	418.74			
3	-2989.30		.0	450.79	-1255.16			
			5.0	450.79	998.81			
4	-1515.83		.0	-269.47	938.39			
			5.0	-269.47	-408.94			
5	-671.10		.0	-305.10	1000.64			
			5.0	-305.10	-524.88			
6	-2144.57		.0	415.16	-1192.91			
			5.0	415.16	882.87			
8 -----								
1	-1749.14		.0	-202.18	420.03			
			4.0	-202.18	-388.68			
2	-2426.33		.0	-303.70	631.30			
			4.0	-303.70	-583.49			
3	-1292.37		.0	53.81	-45.52			
			4.0	53.81	169.72			
4	-2285.57		.0	-481.90	935.12			
			4.0	-481.90	-992.49			
5	-1621.05		.0	-397.83	760.34			
			4.0	-397.83	-830.97			
6	-627.84		.0	137.88	-220.30			
			4.0	137.88	331.24			
9 -----								
1	-3676.25		.0	13.68	-34.44			
			4.0	13.68	20.27			
2	-5109.22		.0	22.08	-54.48			
			4.0	22.08	33.86			
3	-3817.55		.0	490.64	-973.90			
			4.0	490.64	988.67			
4	-3708.43		.0	-460.72	899.26			
			4.0	-460.72	-943.61			
5	-2308.74		.0	-466.89	914.44			
			4.0	-466.89	-953.11			
6	-2417.86		.0	484.47	-958.72			
			4.0	484.47	979.17			
10 -----								
1	-3676.25		.0	-13.68	34.44			
			4.0	-13.68	-20.27			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ		
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT			
2	-5109.22		.0	-22.08	54.48					
			4.0	-22.08	-33.86					
			3	-3714.37	.0	457.72	-893.14			
					4.0	457.72	937.74			
			4	-3811.62	.0	-487.65	967.78			
					4.0	-487.65	-982.80			
5	-2411.93	.0	-481.48	952.61						
		4.0	-481.48	-973.30						
6	-2314.68	.0	463.89	-908.32						
		4.0	463.89	947.24						
11 -----										
1	-1749.14		.0	202.18	-420.03					
			4.0	202.18	388.68					
			2	-2426.33	.0	303.70	-631.30			
					4.0	303.70	583.49			
			3	-2279.63	.0	478.32	-928.47			
					4.0	478.32	984.80			
4	-1298.31	.0	-50.22	38.86						
		4.0	-50.22	-162.03						
5	-633.78	.0	-134.30	213.64						
		4.0	-134.30	-323.55						
6	-1615.11	.0	394.24	-753.69						
		4.0	394.24	823.28						
15 -----										
1	-1294.07		.0	-198.71	395.04					
			4.0	-198.71	-399.81					
			2	-1753.26	.0	-297.55	592.12			
					4.0	-297.55	-598.07			
			3	-1023.29	.0	20.16	1.26			
					4.0	20.16	81.89			
4	-1597.65	.0	-440.32	834.40						
		4.0	-440.32	-926.90						
5	-1119.08	.0	-357.98	670.52						
		4.0	-357.98	-761.42						
6	-544.72	.0	102.50	-162.61						
		4.0	102.50	247.37						
16 -----										
1	-2714.02	.0	.01	1.03						
		4.0	.01	1.06						
2	-3679.71	.0	.76	-.94						
		4.0	.76	2.11						

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

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
			SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-2775.51	.0	385.42	-736.58			
		4.0	385.42	805.11			
4	-2722.97	.0	-384.94	737.20			
		4.0	-384.94	-802.54			
5	-1718.46	.0	-385.17	737.55			
		4.0	-385.17	-803.15			
6	-1771.00	.0	385.18	-736.23			
		4.0	385.18	804.50			
-----							
17							
1	-2714.02	.0	-.01	-1.03			
		4.0	-.01	-1.06			
2	-3679.71	.0	-.76	.94			
		4.0	-.76	-2.11			
3	-2726.02	.0	381.96	-731.35			
		4.0	381.96	796.50			
4	-2772.46	.0	-382.45	730.72			
		4.0	-382.45	-799.07			
5	-1767.95	.0	-382.21	730.37			
		4.0	-382.21	-798.46			
6	-1721.51	.0	382.20	-731.70			
		4.0	382.20	797.11			
-----							
18							
1	-1294.07	.0	198.71	-395.04			
		4.0	198.71	399.81			
2	-1753.26	.0	297.55	-592.12			
		4.0	297.55	598.07			
3	-1594.60	.0	436.35	-826.17			
		4.0	436.35	919.22			
4	-1026.34	.0	-16.18	-9.49			
		4.0	-16.18	-74.22			
5	-547.77	.0	-98.52	154.39			
		4.0	-98.52	-239.70			
6	-1116.03	.0	354.01	-662.30			
		4.0	354.01	753.74			
-----							
22							
1	-833.26	.0	-200.04	406.53			
		4.0	-200.04	-393.63			
2	-1072.75	.0	-305.14	607.67			
		4.0	-305.14	-612.89			
3	-699.10	.0	-52.74	168.21			
		4.0	-52.74	-42.77			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	-953.43		.0	-373.73	690.71			
			4.0	-373.73	-804.20			
5	-662.83		.0	-289.09	522.59			
			4.0	-289.09	-633.76			
6	-408.51		.0	31.90	.09			
			4.0	31.90	127.67			
-----								
23								
1	-1757.53		.0	-9.59	12.76			
			4.0	-9.59	-25.59			
2	-2257.62		.0	-4.89	5.14			
			4.0	-4.89	-14.42			
3	-1747.38		.0	263.48	-492.00			
			4.0	263.48	561.90			
4	-1735.01		.0	-277.83	510.25			
			4.0	-277.83	-601.07			
5	-1123.65		.0	-276.82	509.33			
			4.0	-276.82	-597.93			
6	-1136.02		.0	264.49	-492.93			
			4.0	264.49	565.03			
-----								
24								
1	-1757.53		.0	9.59	-12.76			
			4.0	9.59	25.59			
2	-2257.62		.0	4.89	-5.14			
			4.0	4.89	14.42			
3	-1735.08		.0	274.79	-504.70			
			4.0	274.79	594.48			
4	-1747.30		.0	-260.44	486.45			
			4.0	-260.44	-555.31			
5	-1135.95		.0	-261.45	487.37			
			4.0	-261.45	-558.44			
6	-1123.73		.0	273.78	-503.78			
			4.0	273.78	591.34			
-----								
25								
1	-833.26		.0	200.04	-406.53			
			4.0	200.04	393.63			
2	-1072.75		.0	305.14	-607.67			
			4.0	305.14	612.89			
3	-953.35		.0	367.72	-681.74			
			4.0	367.72	789.15			
4	-699.18		.0	58.75	-177.18			
			4.0	58.75	57.82			

## 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	
29	5	-408.58	.0	-25.89	-9.06				
			4.0	-25.89	-112.62				
	6	-662.75	.0	283.08	-513.62				
			4.0	283.08	618.71				
	30	1	-368.16	.0	-268.14	444.03			
				4.0	-268.14	-628.55			
2		-391.26	.0	-322.71	599.19				
			4.0	-322.71	-691.66				
3		-309.54	.0	-202.62	363.57				
			4.0	-202.62	-446.92				
4		-368.90	.0	-315.10	534.25				
			4.0	-315.10	-726.16				
5		-266.35	.0	-228.62	370.79				
			4.0	-228.62	-543.69				
6		-206.99	.0	-116.14	200.11				
			4.0	-116.14	-264.45				
31		1	-805.34	.0	14.50	-18.42			
				4.0	14.50	39.59			
		2	-836.53	.0	10.52	-17.47			
				4.0	10.52	24.61			
		3	-735.21	.0	137.29	-253.69			
				4.0	137.29	295.49			
		4	-736.77	.0	-113.63	221.06			
				4.0	-113.63	-233.45			
		5	-518.50	.0	-116.14	225.54			
				4.0	-116.14	-239.02			
		6	-516.93	.0	134.78	-249.22			
				4.0	134.78	289.92			
	31	1	-805.34	.0	-14.50	18.42			
				4.0	-14.50	-39.59			
		2	-836.53	.0	-10.52	17.47			
				4.0	-10.52	-24.61			
		3	-736.08	.0	115.15	-224.62			
				4.0	115.15	235.99			
		4	-735.89	.0	-138.82	257.25			
				4.0	-138.82	-298.02			
		5	-517.62	.0	-136.31	252.77			
				4.0	-136.31	-292.45			



FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6	-517.81		.0	117.66	-229.09			
			4.0	117.66	241.56			
-----								
32								
1	-368.16		.0	268.14	-444.03			
			4.0	268.14	628.55			
2	-391.26		.0	322.71	-599.19			
			4.0	322.71	691.66			
3	-369.59		.0	318.73	-544.94			
			4.0	318.73	729.99			
4	-308.85		.0	198.99	-352.87			
			4.0	198.99	443.08			
5	-206.31		.0	112.51	-189.41			
			4.0	112.51	260.61			
6	-267.04		.0	232.25	-381.49			
			4.0	232.25	547.52			
-----								
5								
1	116.58		.0	440.83	-698.47			
			4.5	-315.67	861.41			
			9.0	-504.04	-982.92			
2	174.98		.0	652.24	-1050.04			
			4.5	-501.63	1327.32			
			9.0	-749.49	-1487.68			
3	77.92		.0	214.33	465.68			
			4.5	-592.04	1006.12			
			9.0	-780.50	-2082.08			
4	168.84		.0	712.86	-1945.16			
			4.5	-93.51	838.68			
			9.0	-281.97	-6.17			
5	120.41		.0	532.65	-1654.43			
			4.5	46.33	470.04			
			6.2	.00	509.93			
			9.0	-74.76	406.08			
6	29.48		.0	34.12	756.40			
			1.3	.00	778.04			
			4.5	-452.19	637.48			
			9.0	-573.29	-1669.83			
-----								
6								
1	106.62		.0	472.43	-933.92			
			4.5	-284.06	768.18			
			9.0	-472.43	-933.92			
2	158.87		.0	700.86	-1410.09			
			4.5	-453.00	1186.10			
			9.0	-700.86	-1410.09			
3	41.67		.0	298.37	-94.57			
			4.5	-508.00	824.04			

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	183.28		9.0	-696.46	-1886.00			
			.0	696.46	-1887.42			
			4.5	-109.91	822.63			
			9.0	-298.37	-96.00			
5	139.35		.0	502.75	-1496.80			
			4.5	16.43	493.13			
			5.1	.00	498.14			
			9.0	-104.66	294.62			
6	-2.26		.0	104.66	296.05			
			3.9	.00	499.57			
			4.5	-391.66	494.54			
			9.0	-502.75	-1495.37			
-----								
1	116.58		.0	504.04	-982.92			
			4.5	-252.46	861.41			
			9.0	-440.83	-698.47			
			.0	749.49	-1487.68			
2	174.98		4.5	-404.38	1327.32			
			9.0	-652.24	-1050.04			
			.0	285.16	-17.01			
3	27.52		4.5	-521.21	842.18			
			9.0	-709.67	-1927.28			
			.0	777.31	-2071.24			
4	219.24		4.5	-29.06	1002.62			
			9.0	-217.52	447.80			
			.0	570.10	-1658.99			
5	170.81		4.5	83.78	633.98			
			7.6	.00	764.40			
			9.0	-37.32	738.52			
			.0	77.95	395.24			
6	-20.92		2.9	.00	508.14			
			4.5	-408.37	473.54			
			9.0	-529.46	-1636.56			
			.0	77.95	395.24			
-----								
1	-3.47		.0	455.07	-783.72			
			4.5	-301.43	840.25			
			9.0	-489.80	-939.99			
2	-6.15		.0	673.07	-1175.62			
			4.5	-480.79	1295.51			
			9.0	-728.65	-1425.72			
3	-222.95		.0	269.08	168.46			
			4.5	-537.30	955.25			
			9.0	-725.76	-1886.59			
4	215.02		.0	687.92	-1826.89			
			4.5	-118.45	844.73			
			9.0	-306.91	-112.34			
5	216.75		.0	501.97	-1501.49			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			4.5	15.65	484.89			
			5.1	.00	489.44			
			9.0	-105.45	282.84			
6	-221.21		.0	83.12	493.85			
			3.1	.00	622.23			
			4.5	-403.20	595.43			
			9.0	-524.29	-1491.41			
-----								
13								
1	10.21		.0	472.43	-920.75			
			4.5	-284.06	781.35			
			9.0	-472.43	-920.75			
2	15.17		.0	700.86	-1390.92			
			4.5	-453.00	1205.26			
			9.0	-700.86	-1390.92			
3	-117.73		.0	316.29	-161.34			
			4.5	-490.09	837.91			
			9.0	-678.55	-1791.50			
4	139.24		.0	678.55	-1793.15			
			4.5	-127.83	836.27			
			9.0	-316.29	-162.99			
5	135.04		.0	484.83	-1407.81			
			4.5	-1.48	501.48			
			9.0	-122.58	222.34			
6	-121.92		.0	122.58	223.99			
			4.5	-363.74	503.12			
			9.0	-484.83	-1406.16			
-----								
14								
1	-3.47		.0	489.80	-939.99			
			4.5	-266.70	840.25			
			9.0	-455.07	-783.72			
2	-6.15		.0	728.65	-1425.72			
			4.5	-425.21	1295.51			
			9.0	-673.07	-1175.62			
3	-41.97		.0	309.80	-122.41			
			4.5	-496.58	847.64			
			9.0	-685.03	-1810.97			
4	34.04		.0	722.87	-1876.51			
			4.5	-83.51	952.35			
			9.0	-271.97	152.54			
5	35.78		.0	521.40	-1481.33			
			4.5	35.08	592.52			
			5.8	.00	615.39			
			9.0	-86.01	477.93			
6	-40.23		.0	108.33	272.77			
			4.0	.00	490.84			
			4.5	-377.98	487.80			
			9.0	-499.08	-1485.57			

## 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
19								
1	1.33		.0	460.81	-806.34			
			4.5	-295.69	843.44			
			9.0	-484.06	-910.99			
2	7.59		.0	680.50	-1205.74			
			4.5	-473.36	1298.82			
			9.0	-721.22	-1388.98			
3	-297.74		.0	324.19	-86.32			
			4.5	-482.19	948.47			
			9.0	-670.65	-1645.40			
4	304.05		.0	644.22	-1617.60			
			4.5	-162.15	857.35			
			9.0	-350.61	-296.37			
5	301.75		.0	456.25	-1284.01			
			4.5	-30.07	496.65			
			9.0	-151.16	88.88			
6	-300.04		.0	136.21	247.28			
			4.5	-350.10	587.77			
			9.0	-471.20	-1260.15			
20								
1	10.92		.0	472.43	-922.69			
			4.5	-284.06	779.41			
			9.0	-472.43	-922.69			
2	13.24		.0	700.86	-1392.00			
			4.5	-453.00	1204.18			
			9.0	-700.86	-1392.00			
3	-175.80		.0	357.46	-348.29			
			4.5	-448.89	836.34			
			9.0	-637.35	-1607.69			
4	196.94		.0	637.35	-1609.17			
			4.5	-169.02	834.87			
			9.0	-357.48	-349.77			
5	193.39		.0	443.64	-1223.60			
			4.5	-42.68	500.32			
			9.0	-163.77	35.80			
6	-179.35		.0	163.77	37.28			
			4.5	-322.55	501.79			
			9.0	-443.64	-1222.12			
21								
1	1.33		.0	484.06	-910.99			
			4.5	-272.44	843.44			
			9.0	-460.81	-806.34			
2	7.59		.0	721.22	-1388.98			
			4.5	-432.64	1298.82			
			9.0	-680.50	-1205.74			
3	-68.63		.0	353.59	-306.49			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	74.93		4.5	-452.79	860.60			
			9.0	-641.25	-1600.96			
			.0	667.67	-1635.28			
5	72.63		4.5	-138.70	945.21			
			9.0	-327.16	-102.96			
			.0	468.22	-1250.03			
6	-70.93		4.5	-18.09	584.51			
			9.0	-139.19	230.63			
			.0	154.14	78.76			
26	1	68.11	4.5	-291.39	831.48			
			9.0	-479.76	-903.60			
			.0	465.11	-837.66			
2	17.57		4.5	-472.38	1296.93			
			9.0	-720.23	-1386.42			
			.0	681.49	-1212.07			
3	-334.81		4.5	-416.81	922.65			
			9.0	-605.27	-1377.02			
			.0	389.56	-406.33			
4	426.06		4.5	-221.85	867.89			
			9.0	-410.31	-554.45			
			.0	584.53	-1338.45			
5	424.22		4.5	-89.84	507.14			
			9.0	-210.93	-169.60			
			.0	396.48	-1004.55			
6	-336.65		4.5	-284.80	561.90			
			9.0	-405.90	-992.17			
			.0	201.51	-72.44			
27	1	44.02	4.5	-284.06	791.34			
			9.0	-472.43	-910.77			
			.0	472.43	-910.77			
2	2.16		4.5	-453.00	1212.81			
			9.0	-700.86	-1383.37			
			.0	700.86	-1383.37			
3	-208.63		4.5	-399.47	845.58			
			9.0	-587.93	-1376.06			
			.0	406.90	-561.43			
4	261.86		4.5	-218.44	845.07			
			9.0	-406.90	-561.95			
			.0	587.93	-1376.58			
5	263.54		4.5	-92.10	508.46			
			9.0	-213.19	-178.43			
			.0	394.22	-993.06			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6	-206.95		.0	213.19	-177.92			
			4.5	-273.13	508.97			
			9.0	-394.22	-992.55			
-----								
28								
1	68.11		.0	479.76	-903.60			
			4.5	-276.74	831.48			
			9.0	-465.11	-837.66			
2	17.57		.0	720.23	-1386.42			
			4.5	-433.63	1296.93			
			9.0	-681.49	-1212.07			
3	-48.99		.0	411.07	-556.97			
			4.5	-395.31	868.80			
			9.0	-583.76	-1334.09			
4	140.24		.0	604.51	-1374.50			
			4.5	-201.87	921.74			
			9.0	-390.33	-410.69			
5	138.39		.0	405.13	-989.65			
			4.5	-81.18	560.99			
			9.0	-202.28	-76.80			
6	-50.83		.0	211.70	-172.12			
			4.5	-274.62	508.05			
			9.0	-395.71	-1000.19			
-----								
33								
1	-268.14		.0	368.16	-628.55			
			4.5	-297.24	765.07			
			9.0	-414.17	-835.61			
2	-322.71		.0	391.26	-691.66			
			4.5	-305.44	794.92			
			9.0	-427.26	-853.66			
3	-571.18		.0	309.54	-446.92			
			4.5	-300.29	705.32			
			9.0	-407.26	-886.67			
4	53.46		.0	368.90	-726.16			
			4.5	-240.93	693.19			
			9.0	-347.91	-631.70			
5	139.94		.0	266.35	-543.69			
			4.5	-161.41	485.76			
			9.0	-236.57	-409.69			
6	-484.70		.0	206.99	-264.45			
			4.5	-220.76	497.90			
			9.0	-295.93	-664.66			
-----								
34								
1	-253.64		.0	391.16	-796.02			
			4.5	-274.24	701.12			
			9.0	-391.16	-796.02			
2	-312.19		.0	409.26	-829.05			

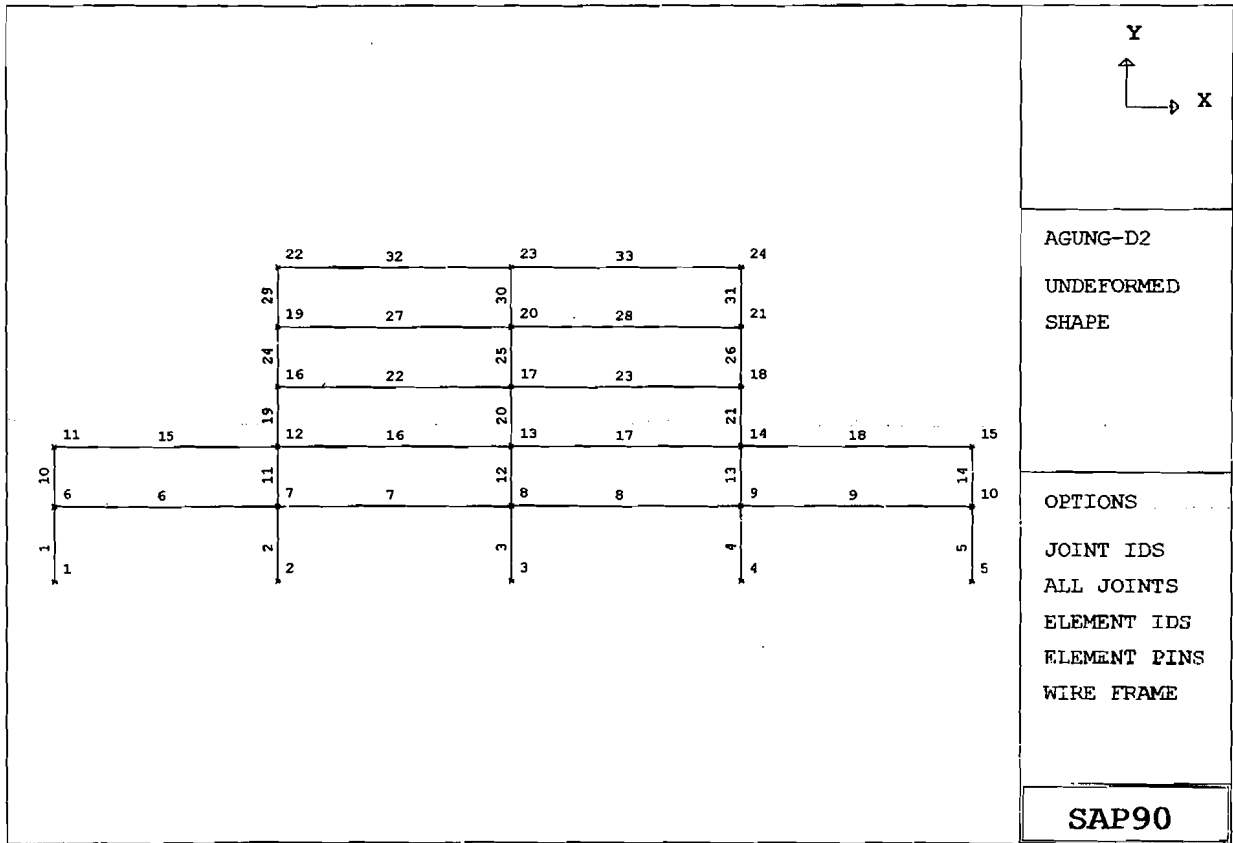
## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	-433.89		4.5	-287.44	738.53			
			9.0	-409.26	-829.05			
			.0	327.94	-591.18			
4	-60.17		4.5	-281.89	643.86			
			9.0	-388.86	-865.33			
			.0	388.86	-865.15			
5	23.80		4.5	-220.97	644.04			
			9.0	-327.94	-591.00			
			.0	281.92	-648.71			
6	-349.91		4.5	-145.83	450.81			
			9.0	-221.00	-374.57			
			.0	221.00	-374.75			
35	1	-268.14	4.5	-251.23	765.07			
			9.0	-368.16	-628.55			
			.0	414.17	-835.61			
2	-322.71		4.5	-269.44	794.92			
			9.0	-391.26	-691.66			
			.0	427.26	-853.66			
3	-318.73		4.5	-262.61	692.45			
			9.0	-369.59	-729.99			
			.0	347.22	-629.34			
4	-198.99		4.5	-201.88	706.06			
			9.0	-308.85	-443.08			
			.0	407.95	-889.02			
5	-112.51		4.5	-131.14	498.64			
			9.0	-206.31	-260.61			
			.0	296.62	-667.02			
6	-232.25		4.5	-191.87	485.02			
			9.0	-267.04	-547.52			
			.0	235.89	-407.34			

PORTAL MEMBUKUR TIPE D



# PORTAL MEMBUJUR TIPE D



AGUNG-D2  
UNDEFORMED  
SHAPE

OPTIONS  
JOINT IDS  
ALL JOINTS  
ELEMENT IDS  
ELEMENT PINS  
WIRE FRAME

**SAP90**

DATA PROGRAM SAP90/FILE : AGUNG-D2

ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TYPE D (4,5X9)M  
SYSTEM

L=3

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
5	X=60			G=1,5,1
6	X=0	Y=5		
10	X=60			G=6,10,1
11	X=0	Y=9		
15	X=60			G=11,15,1
16	X=15	Y=13		
18	X=45			G=16,18,1
19	X=15	Y=17		
21	X=45			G=19,21,1
22	X=15	Y=21		
24	X=45			G=22,24,1

RESTRAINS

1,24,1	R=0,0,1,1,1,0
1,5,1	R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=3

NL=4

1	A=0.0872	I=3.1907E-3	E=2E8	:BALOK ATAP (W27X84)
2	A=0.0981	I=7.4580E-3	E=2E8	:BALOK LANTAI (W33X141)
3	A=0.1048	I=2.1314E-3	E=2.2793E8	:KOLOM (W14X342)
1	WG=0,-26.2678			:BEBAN MATI BALOK ATAP
2	WG=0,-4.365			:BEBAN HIDUP BALOK ATAP
3	WG=0,-37.9035			:BEBAN MATI BALOK LANTAI
4	WG=0,-17.46			:BEBAN HIDUP BALOK LANTAI

C KOLOM

1,1,6	G=4,1,1,1	M=3	NSL=0	LP=1	:KOLOM
10,6,11	G=4,1,1,1	M=3	NSL=0		
19,12,16	G=2,1,1,1	M=3	NSL=0		
24,16,19	G=2,1,1,1	M=3	NSL=0		
29,19,22	G=2,1,1,1	M=3	NSL=0		

C BALOK

6,6,7	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4	LP=1	:BALOK LANTAI
15,11,12	G=3,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
22,16,17	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
27,19,20	G=1,1,1,1	M=2	NSL=3,4		
32,22,23	G=1,1,1,1	M=1	NSL=1,2		:BALOK ATAP

LOADS

6	F=119.039	L=3	:BEBAN GEMPA
11	F=209.189		
16	F=155.597		
19	F=203.473		
22	F=137.906		

COMBO

1	C=1.4
2	C=1.2,1.6
3	C=1.2,0.5,1.5
4	C=1.2,0.5,-1.5
5	C=0.9,0,-1.5
6	C=0.9,0,1.5

PROGRAM: SAP90/FILE: agung-d2.F3F  
 ANALISIS STRUKTUR KOMPOSIT PORTAL MEMBUJUR TYPE D (4,5X9)M

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	
1 -----								
1	-739.53		.0	-85.50	151.96			
			5.0	-85.50	-275.55			
2	-1023.06		.0	-118.25	210.15			
			5.0	-118.25	-381.11			
3	-609.21		.0	131.73	-522.33			
			5.0	131.73	136.30			
4	-901.80		.0	-306.40	832.76			
			5.0	-306.40	-699.25			
5	-621.71		.0	-274.03	775.23			
			5.0	-274.03	-594.91			
6	-329.12		.0	164.10	-579.86			
			5.0	164.10	240.63			
2 -----								
1	-2678.54		.0	-2.42	7.90			
			5.0	-2.42	-4.19			
2	-3616.76		.0	-3.24	10.74			
			5.0	-3.24	-5.46			
3	-2576.33		.0	271.67	-757.17			
			5.0	271.67	601.19			
4	-2841.00		.0	-276.55	773.19			
			5.0	-276.55	-609.54			
5	-1854.25		.0	-275.66	770.26			
			5.0	-275.66	-608.06			
6	-1589.58		.0	272.56	-760.11			
			5.0	272.56	602.67			
3 -----								
1	-3818.79		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
2	-5091.16		.0	.00	.00			
			5.0	.00	.00			
3	-3841.75		.0	263.41	-744.16			
			5.0	263.41	572.90			
4	-3840.94		.0	-263.41	744.16			
			5.0	-263.41	-572.90			
5	-2454.53		.0	-263.41	744.16			
			5.0	-263.41	-572.90			
6	-2455.34		.0	263.41	-744.16			
			5.0	263.41	572.90			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
-----								
4								
	1	-2678.54	.0	2.42	-7.90			
			5.0	2.42	4.19			
	2	-3616.76	.0	3.24	-10.74			
			5.0	3.24	5.46			
	3	-2844.05	.0	271.90	-760.19			
			5.0	271.90	599.32			
	4	-2573.27	.0	-267.03	744.17			
			5.0	-267.03	-590.97			
	5	-1586.53	.0	-267.91	747.11			
			5.0	-267.91	-592.45			
	6	-1857.31	.0	271.02	-757.26			
			5.0	271.02	597.84			
-----								
5								
	1	-739.53	.0	85.50	-151.96			
			5.0	85.50	275.55			
	2	-1023.06	.0	118.25	-210.15			
			5.0	118.25	381.11			
	3	-898.33	.0	299.09	-810.10			
			5.0	299.09	685.37			
	4	-612.67	.0	-124.42	499.67			
			5.0	-124.42	-122.42			
	5	-332.58	.0	-156.79	557.20			
			5.0	-156.79	-226.76			
	6	-618.24	.0	266.72	-752.57			
			5.0	266.72	581.04			
-----								
10								
	1	-363.93	.0	-273.50	486.37			
			4.0	-273.50	-607.62			
	2	-503.44	.0	-378.16	672.57			
			4.0	-378.16	-840.07			
	3	-311.36	.0	-100.68	219.39			
			4.0	-100.68	-183.32			
	4	-432.21	.0	-458.01	774.19			
			4.0	-458.01	-1057.84			
	5	-294.38	.0	-354.48	590.06			
			4.0	-354.48	-827.87			
	6	-173.53	.0	2.85	35.27			
			4.0	2.85	46.65			
-----								
11								
	1	-1858.15	.0	55.41	-89.87			
			4.0	55.41	131.76			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
2	-2481.70		.0	76.98	-124.96			
			4.0	76.98	182.96			
3	-1719.93		.0	300.11	-580.81			
			4.0	300.11	619.64			
4	-2021.10		.0	-186.70	396.79			
			4.0	-186.70	-350.00			
5	-1345.11		.0	-207.79	431.03			
			4.0	-207.79	-400.12			
6	-1043.95		.0	279.02	-546.58			
			4.0	279.02	569.52			
-----								
12								
1	-3026.87		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-3995.29		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-3032.05		.0	225.51	-450.27			
			4.0	225.51	451.78			
4	-3032.38		.0	-225.51	450.27			
			4.0	-225.51	-451.78			
5	-1946.01		.0	-225.51	450.27			
			4.0	-225.51	-451.78			
6	-1945.68		.0	225.51	-450.27			
			4.0	225.51	451.78			
-----								
13								
1	-1858.15		.0	-55.41	89.87			
			4.0	-55.41	-131.76			
2	-2481.70		.0	-76.98	124.96			
			4.0	-76.98	-182.96			
3	-2022.37		.0	180.78	-386.70			
			4.0	180.78	336.43			
4	-1718.66		.0	-294.20	570.72			
			4.0	-294.20	-606.07			
5	-1042.68		.0	-273.11	536.48			
			4.0	-273.11	-555.95			
6	-1346.38		.0	201.87	-420.93			
			4.0	201.87	386.55			
-----								
14								
1	-363.93		.0	273.50	-486.37			
			4.0	273.50	607.62			
2	-503.44		.0	378.16	-672.57			
			4.0	378.16	840.07			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ		
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT			
3	-431.11		.0	453.52	-767.30					
			4.0	453.52	1046.77					
			4	-312.47	.0	105.17	-226.28			
					4.0	105.17	194.39			
			5	-174.64	.0	1.64	-42.16			
					4.0	1.64	-35.58			
6	-293.28	.0	349.99	-583.17						
		4.0	349.99	816.80						
19 -----										
1	-1018.20		.0	-103.51	101.71					
			4.0	-103.51	-312.34					
			2	-1319.63	.0	-142.26	139.56			
					4.0	-142.26	-429.50			
			3	-869.28	.0	118.18	-386.33			
					4.0	118.18	86.37			
4	-1155.51	.0	-329.09	593.44						
		4.0	-329.09	-722.93						
5	-797.67	.0	-290.18	555.27						
		4.0	-290.18	-605.44						
6	-511.44	.0	157.09	-424.50						
		4.0	157.09	203.86						
20 -----										
1	-2250.73		.0	.00	.00					
			4.0	.00	.00					
			2	-2921.10	.0	.00	.00			
					4.0	.00	.00			
			3	-2239.00	.0	294.21	-573.79			
					4.0	294.21	603.04			
4	-2239.34	.0	-294.21	573.79						
		4.0	-294.21	-603.04						
5	-1447.07	.0	-294.21	573.79						
		4.0	-294.21	-603.04						
6	-1446.73	.0	294.21	-573.79						
		4.0	294.21	603.04						
21 -----										
1	-1018.20		.0	103.51	-101.71					
			4.0	103.51	312.34					
			2	-1319.63	.0	142.26	-139.56			
					4.0	142.26	429.50			
			3	-1155.68	.0	333.08	-601.46			
					4.0	333.08	730.85			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	-869.11		.0	-122.16	394.36			
			4.0	-122.16	-94.30			
5	-511.28		.0	-161.08	432.52			
			4.0	-161.08	-211.78			
6	-797.84		.0	294.17	-563.30			
			4.0	294.17	613.37			
-----								
24								
1	-643.69		.0	-208.94	439.38			
			4.0	-208.94	-396.37			
2	-801.48		.0	-295.12	611.16			
			4.0	-295.12	-569.32			
3	-563.60		.0	-80.06	234.29			
			4.0	-80.06	-85.96			
4	-695.96		.0	-350.63	665.52			
			4.0	-350.63	-737.01			
5	-479.98		.0	-269.60	498.08			
			4.0	-269.60	-580.33			
6	-347.62		.0	.97	66.84			
			4.0	.97	70.72			
-----								
25								
1	-1407.81		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
2	-1754.81		.0	.00	.00			
			4.0	.00	.00			
3	-1377.82		.0	245.25	-464.50			
			4.0	245.25	516.52			
4	-1378.14		.0	-245.25	464.50			
			4.0	-245.25	-516.52			
5	-905.18		.0	-245.25	464.50			
			4.0	-245.25	-516.52			
6	-904.86		.0	245.25	-464.50			
			4.0	245.25	516.52			
-----								
26								
1	-643.69		.0	208.94	-439.38			
			4.0	208.94	396.37			
2	-801.48		.0	295.12	-611.16			
			4.0	295.12	569.32			
3	-696.12		.0	346.88	-657.72			
			4.0	346.88	729.79			
4	-563.44		.0	83.82	-242.09			
			4.0	83.82	93.19			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	TORQ
5		-347.46	.0		2.79		-74.65
			4.0		2.79		-63.49
6		-480.14	.0		265.85		-490.27
			4.0		265.85		573.11
-----							
29							
1		-261.46	.0		-243.05		430.88
			4.0		-243.05		-541.32
2		-275.63	.0		-282.65		546.19
			4.0		-282.65		-584.42
3		-224.38	.0		-182.81		352.87
			4.0		-182.81		-378.35
4		-256.03	.0		-280.30		496.32
			4.0		-280.30		-624.89
5		-183.90	.0		-205.00		348.72
			4.0		-205.00		-471.26
6		-152.26	.0		-107.50		205.27
			4.0		-107.50		-224.72
-----							
30							
1		-580.33	.0		.00		.00
			4.0		.00		.00
2		-603.91	.0		.00		.00
			4.0		.00		.00
3		-530.46	.0		107.15		-199.28
			4.0		107.15		229.33
4		-530.95	.0		-107.15		199.28
			4.0		-107.15		-229.33
5		-373.31	.0		-107.15		199.28
			4.0		-107.15		-229.33
6		-372.83	.0		107.15		-199.28
			4.0		107.15		229.33
-----							
31							
1		-261.46	.0		243.05		-430.88
			4.0		243.05		541.32
2		-275.63	.0		282.65		-546.19
			4.0		282.65		584.42
3		-256.27	.0		282.51		-502.72
			4.0		282.51		627.32
4		-224.14	.0		180.60		-346.47
			4.0		180.60		375.92
5		-152.02	.0		105.29		-198.87
			4.0		105.29		222.29



## FRAME ELEMENT FORCES

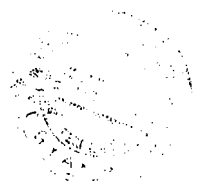
ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
6	-184.14		.0	207.20	-355.12			
			4.0	207.20	473.69			
-----								
6								
1	187.99		.0	375.60	-761.92			
			7.1	-.00	567.35			
			15.0	-420.37	-1097.73			
2	259.91		.0	519.62	-1053.68			
			7.1	-.00	785.06			
			15.0	-581.69	-1519.20			
3	53.85		.0	297.85	-83.09			
			5.5	-.00	735.07			
			15.0	-515.37	-1714.50			
4	330.16		.0	469.59	-1473.43			
			8.7	-.00	560.26			
			15.0	-343.63	-528.75			
5	259.01		.0	327.33	-1184.97			
			9.6	-.00	385.42			
			15.0	-184.37	-112.81			
6	-17.31		.0	155.59	205.37			
			4.6	-.00	560.18			
			15.0	-356.11	-1298.55			
-----								
7								
1	130.17		.0	400.01	-1012.05			
			7.5	-.00	495.63			
			15.0	-395.96	-981.68			
2	179.69		.0	553.37	-1399.71			
			7.5	-.00	685.66			
			15.0	-547.93	-1358.95			
3	25.41		.0	341.03	-532.49			
			6.3	-.00	540.10			
			15.0	-472.19	-1516.18			
4	240.31		.0	476.27	-1535.09			
			8.8	-.00	556.91			
			15.0	-336.94	-490.15			
5	191.13		.0	324.77	-1151.90			
			9.5	-.00	394.07			
			15.0	-186.93	-118.06			
6	-23.77		.0	189.53	-149.30			
			5.6	-.00	377.20			
			15.0	-322.17	-1144.10			
-----								
8								
1	130.17		.0	395.96	-981.68			
			7.5	-.00	495.63			
			15.0	-400.01	-1012.05			
2	179.69		.0	547.93	-1358.95			
			7.5	-.00	685.66			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
3	63.30		15.0	-553.37	-1399.71			
			.0	337.51	-493.01			
			6.2	-.00	557.60			
4	202.42		15.0	-475.70	-1529.39			
			.0	471.61	-1513.32			
			8.7	-.00	537.99			
5	153.24		15.0	-341.60	-538.20			
			.0	321.60	-1141.23			
			9.4	-.00	374.67			
6	14.12		15.0	-190.10	-155.01			
			.0	187.50	-120.93			
			5.5	-.00	394.35			
9			15.0	-324.20	-1146.20			
1	187.99		.0	420.37	-1097.73			
			7.9	-.00	567.35			
			15.0	-375.60	-761.92			
2	259.91		.0	581.69	-1519.20			
			7.9	-.00	785.06			
			15.0	-519.62	-1053.68			
3	154.42		.0	345.99	-543.37			
			6.4	-.00	560.64			
			15.0	-467.23	-1452.67			
4	229.59		.0	513.01	-1699.88			
			9.5	-.00	727.32			
			15.0	-300.21	-103.86			
5	158.43		.0	353.75	-1283.94			
			10.4	-.00	550.25			
			15.0	-157.95	184.60			
6	83.27		.0	186.73	-127.43			
			5.5	-.00	383.64			
			15.0	-324.97	-1164.21			
15								
1	-273.50		.0	363.93	-607.62			
			6.9	-.00	640.34			
			15.0	-432.04	-1118.46			
2	-378.16		.0	503.44	-840.07			
			6.9	-.00	885.99			
			15.0	-597.96	-1548.18			
3	-414.46		.0	311.36	-183.32			
			5.7	-.00	710.77			
			15.0	-501.85	-1612.01			
4	-144.22		.0	432.21	-1057.84			
			8.0	-.00	665.01			
			15.0	-381.00	-673.79			
5	-40.70		.0	294.38	-827.87			

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			8.6	-.00	442.31			
			15.0	-217.32	-249.90			
6	-310.94		.0	173.53	46.65			
			5.1	-.00	488.01			
			15.0	-338.17	-1188.12			
-----								
16								
1	-114.57		.0	407.91	-1088.42			
			7.7	-.00	479.37			
			15.0	-388.07	-939.60			
2	-158.92		.0	564.21	-1504.77			
			7.7	-.00	663.12			
			15.0	-537.09	-1301.38			
3	-232.53		.0	348.80	-606.04			
			6.4	-.00	515.98			
			15.0	-464.42	-1473.18			
4	-1.83		.0	484.58	-1617.22			
			8.9	-.00	548.46			
			15.0	-328.63	-447.57			
5	41.69		.0	330.12	-1205.29			
			9.7	-.00	392.03			
			15.0	-181.58	-91.22			
6	-189.00		.0	194.33	-194.11			
			5.7	-.00	359.42			
			15.0	-317.36	-1116.83			
-----								
17								
1	-114.57		.0	388.07	-939.60			
			7.3	-.00	479.37			
			15.0	-407.91	-1088.42			
2	-158.92		.0	537.09	-1301.38			
			7.3	-.00	663.12			
			15.0	-564.21	-1504.77			
3	-301.22		.0	328.63	-447.60			
			6.1	-.00	548.45			
			15.0	-484.58	-1617.19			
4	66.86		.0	464.41	-1473.15			
			8.6	-.00	515.98			
			15.0	-348.80	-606.08			
5	110.39		.0	317.36	-1116.80			
			9.3	-.00	359.41			
			15.0	-194.34	-194.14			
6	-257.70		.0	181.58	-91.26			
			5.3	-.00	392.02			
			15.0	-330.11	-1205.25			
-----								
18								
1	-273.50		.0	432.04	-1118.46			
			8.1	-.00	640.34			
			15.0	-363.93	-607.62			



## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
2	-378.16		.0	597.86	-1548.18			
			8.1	-.00	885.99			
			15.0	-503.44	-840.07			
3	-453.52		.0	382.11	-679.29			
			7.0	-.00	667.28			
			15.0	-431.11	-1046.77			
4	-105.17		.0	500.75	-1606.51			
			9.2	-.00	706.06			
			15.0	-312.47	-194.39			
5	-1.64		.0	337.06	-1182.62			
			9.9	-.00	482.58			
			15.0	-174.64	35.58			
6	-349.99		.0	218.42	-255.40			
			6.4	-.00	443.86			
			15.0	-293.28	-816.80			
-----								
22								
1	105.42		.0	374.51	-751.72			
			7.1	-.00	569.86			
			15.0	-421.46	-1103.85			
2	152.86		.0	518.16	-1040.66			
			7.1	-.00	787.75			
			15.0	-583.15	-1528.10			
3	-35.16		.0	305.68	-147.92			
			5.6	-.00	713.87			
			15.0	-507.53	-1661.76			
4	254.94		.0	459.55	-1388.45			
			8.5	-.00	559.27			
			15.0	353.66	-594.27			
5	212.82		.0	317.69	-1103.52			
			9.3	-.00	375.80			
			15.0	-194.01	-175.87			
6	-77.28		.0	163.82	137.01			
			4.8	-.00	530.38			
			15.0	-347.87	-1243.36			
-----								
23								
1	105.42		.0	421.46	-1103.85			
			7.9	-.00	569.86			
			15.0	-374.51	-751.72			
2	152.86		.0	583.15	-1528.10			
			7.9	-.00	787.75			
			15.0	-518.16	-1040.66			
3	13.80		.0	353.65	-594.22			
			6.5	-.00	559.24			
			15.0	-459.56	-1388.57			
4	205.98		.0	507.54	-1661.80			
			9.4	-.00	713.93			

## 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		
5	163.86		15.0	-305.67	-147.80					
			.0	347.88	-1243.41					
			10.2	-.00	530.45					
			15.0	-163.81	137.14					
		6	-28.32		.0	193.99	-175.82			
					5.7	-.00	375.78			
	15.0			-317.70	-1103.64					
-----										
27										
1	34.11		.0	382.23	-827.25					
			7.2	-.00	549.39					
			15.0	-413.74	-1063.54					
2	-12.47		.0	525.85	-1115.51					
			7.2	-.00	767.63					
			15.0	-575.45	-1487.50					
3	-202.47		.0	339.22	-438.83					
			6.3	-.00	622.40					
			15.0	-474.00	-1449.69					
4	234.88		.0	439.93	-1233.33					
			8.1	-.00	551.62					
			15.0	-373.28	-733.45					
5	240.60		.0	296.08	-929.05					
			8.7	-.00	355.84					
			15.0	-215.62	-325.58					
6	-196.74		.0	195.36	-134.55					
			5.7	-.00	424.87					
			15.0	-316.33	-1041.82					
-----										
28										
1	34.11		.0	413.74	-1063.54					
			7.8	-.00	549.39					
			15.0	-382.23	-827.25					
2	-12.47		.0	575.45	-1487.50					
			7.8	-.00	767.63					
			15.0	-525.85	-1115.51					
3	-64.37		.0	373.36	-733.88					
			6.9	-.00	551.77					
			15.0	-439.85	-1232.51					
4	96.78		.0	473.91	-1449.25					
			8.7	-.00	622.09					
			15.0	-339.30	-439.66					
5	102.50		.0	316.25	-1041.39					
			9.3	-.00	424.52					
			15.0	-195.45	-135.38					
6	-58.64		.0	215.70	-326.01					
			6.3	-.00	355.94					
			15.0	-296.00	-928.23					

## FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
32								
1	-243.05		.0	261.46	-541.32			
			7.1	-.00	388.12			
			15.0	-290.17	-756.64			
2	-282.65		.0	275.63	-584.42			
			7.2	-.00	402.07			
			15.0	-301.95	-781.86			
3	-389.66		.0	224.38	-378.35			
			6.7	-.00	368.57			
			15.0	-281.17	-804.27			
4	-73.45		.0	256.03	-624.89			
			7.6	-.00	347.56			
			15.0	-249.53	-576.15			
5	1.86		.0	183.90	-471.26			
			7.8	.00	244.02			
			15.0	-170.71	-372.35			
6	-314.36		.0	152.26	-224.72			
			6.4	.00	265.58			
			15.0	-202.36	-600.47			
33								
1	-243.05		.0	290.17	-756.64			
			7.9	-.00	388.12			
			15.0	-261.46	-541.32			
2	-282.65		.0	301.95	-781.86			
			7.8	-.00	402.07			
			15.0	-275.63	-584.42			
3	-282.51		.0	249.29	-574.94			
			7.4	-.00	346.97			
			15.0	-256.27	-627.32			
4	-180.60		.0	281.42	-805.48			
			8.3	-.00	369.39			
			15.0	-224.14	-375.92			
5	-105.29		.0	202.60	-601.68			
			8.6	.00	266.45			
			15.0	-152.02	-222.29			
6	-207.20		.0	170.47	-371.14			
			7.2	.00	243.48			
			15.0	-184.14	-473.69			

### KONTROL KAPASITAS KOLOM TIPE A

W12X252 encased 22"X24"  $F_y=50$  Ksi ;  $f_c=3,5$  Ksi

Kolom Komposit	Portal Membujur	Portal Melintang
P	4311,14	1425,91
M ujung bawah	1178,19	444,91
M ujung atas	963,84	295,22
Pu	5963,85	
K	1,3	1,41
K.L	21,33	23,13
O Pn	15786,6192	
Ob Mn	2834,04	1600,08
Pe	84859,95	60609,55
Pu / Opn	0,3778	0,3778
Cm	0,9272	0,8654
B1	0,9973	0,9599
Mu	1178,19	444,91
Kontrol Kolom	0,9945	

Wkolom
10,8

### KONTROL KAPASITAS MOMEN NEGATIF BALOK

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W33X118	W33X221	W14X34	W24X68	
M(neg)	1485,1	2933,21	164,33	558,16	KN-m
Lb (ft)	10,4901	10,3081	7,4462	10,2536	
Lp (ft)	9,7	15	6,4	7,8	
BF (kips)	23,1	26	4,19	12,1	
Lr (ft)	27,8	46,9	19	22,4	
ObMp	1120	2310	147	478	K-ft
O Mn	1493,97	3132,36	193,39	607,91	KN-m
M(neg)	1485,1	2933,21	164,33	558,16	KN-m

### KONTROL KAPASITAS MOMEN POSITIF BALOK

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W33X118	W33X221	W14X34	W24X68	
O Mn	2347,46	4197,13	388,03	1071,67	KN-m
Mu	804,84	1783,12	84,02	235,39	KN-m

**KONTROL KAPASITAS KOLOM TIPE B**

W14X283 encased 24"X24"       $F_y=50 \text{ Ksi} ; f_c=3,5 \text{ Ksi}$

Kolom Komposit	Portal Membujur		Portal Melintang	
P	1817,62		4598,83	
M ujung bawah	561,06		1221,33	
M ujung atas	387,95		990,43	
Pu	6668,45			
K	1,35		1,32	
K.L	22,15		21,65	
O Pn	18131,6048			
Ob Mn	2128,92		3498,48	
Pe	88031,18		92144,24	
Pu / Opn	0,3678		0,3678	
Cm	0,8766		0,9244	
B1	0,9484		0,9965	
Mu	561,06		1221,33	
Kontrol Kolom	0,9124			

<b>Wkolom</b>
12

**KONTROL KAPASITAS MOMEN NEGATIF BALOK**

	Portal Membujur		Portal Melintang	
	Atap	Lantai	Atap	Lantai
Profil	W21X62	W30X108	W27X84	W36X150
M(neg)	413,49	1083,66	743,04	1954,54
Lb (ft)	12,0434	14,1155	7,053	9,065
Lp (ft)	5,8	9	8,6	10,3
BF (kips)	9,8	20,2	15	29,4
Lr (ft)	21,7	26,3	24,9	30,2
ObMp	389	934	659	1570
O Mn	444,52	1126,38	893,60	2128,92
M(neg)	413,49	1083,66	743,04	1954,54

**KONTROL KAPASITAS MOMEN POSITIF BALOK**

	Portal Membujur		Portal Melintang	
	Atap	Lantai	Atap	Lantai
Profil	W21X62	W30X108	W27X84	W36X150
Mu	205,99	549,14	406,84	981,75
O Mn	915,496	1998,343	1421,164	3032,3



### KONTROL KAPASITAS KOLOM TIPE C

W14X311 encased 24"X26"  $F_y=50$  Ksi ;  $f_c=3,5$  Ksi

Kolom Komposit	Portal Membujur	Portal Melintang
P	6486,69	1782,42
M ujung bawah	1234,82	573,41
M ujung atas	966,56	347,38
Pu	8542,11	
K	1,34	1,47
K.L	21,98	24,11
O Pn	19545,8019	
Ob Mn	3918,84	2332,32
Pe	115085,1838	81110,3402
Pu / Opn	0,437	0,437
Cm	0,9131	0,8423
B1	0,9863	0,9415
Mu	1234,82	573,41
Kontrol Kolom	0,9357	

Wkolom
13

### KONTROL KAPASITAS MOMEN NEGATIF BALOK

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W36X135	W36X230	W14X38	W24X76	
M(neg)	1710,18	3160,56	205,74	678,91	KN-m
Lb (ft)	10,5262	10,415	7,3927	10,249	
Lp (ft)	9,9	15,5	6,5	8	
BF (kips)	27,5	28,7	4,39	12,7	
Lr (ft)	28,8	47,3	20	23,4	
ObMp	1370	2550	166	540	K-ft
O Mn	1834,37	3457,80	219,78	693,51	KN-m
M(neg)	1710,18	3160,56	205,74	678,91	KN-m

### KONTROL KAPASITAS MOMEN POSITIF BALOK

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W36X135	W36X230	W14X38	W24X76	
O Mn	3705,376	2277,2	955,7	231,577	K-ft
O Mn	5024,49	3087,88	1295,929	314,02	KN-m
Mu	1011,57	1995,38	96,33	274,32	KN-m

**KONTROL KAPASITAS KOLOM TIPE D**

W14X342 encased 24"X26"		Fy=50 Ksi ; f'c=3,5 Ksi	
Kolom Komposit	Portal Membujur	Portal Melintang	
P	3841,75	4896,42	
M ujung bawah	744,16	1258,35	
M ujung atas	572,9	1013,61	
Pu	9015,37		
K	1,31	1,36	
K.L	21,49	22,31	
O Pn	21503,9227		
Ob Mn	2495,04	4271,4	
Pe	111724,8903	121535,8902	
Pu / Opn	0,4192		
Cm	0,9079	0,9222	
B1	0,9876	0,9961	
Mu	744,16	1258,35	
Kontrol Kolom	0,9462		

Wkolom
13,2

**KONTROL KAPASITAS MOMEN NEGATIF BALOK**

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W27X84	W33X141	W27X94	W36X150	
M(neg)	805,48	1714,5	889,02	2082,08	KN-m
Lb (ft)	11,9685	14,0846	7,5814	9,4491	
Lp (ft)	8,6	10,1	8,8	10,3	
BF (kips)	15	25,7	16,2	29,4	
Lr (ft)	24,9	30,1	25,9	30,2	
ObMp	659	1390	751	1570	K-ft
O Mn	825,09	1745,98	1018,36	2128,92	KN-m
M(neg)	805,48	1714,5	889,02	2082,08	KN-m

**KONTROL KAPASITAS MOMEN POSITIF BALOK**

	Portal Membujur		Portal Melintang		
	Atap	Lantai	Atap	Lantai	
Profil	W27X84	W33X141	W27X94	W36X150	
O Mn	1704,59	3223,52	1824,22	3424,69	KN-m
Mu	402,07	885,99	794,92	1327,32	KN-m

Tabel 3.1.  
Beban hidup pada lantai gedung

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, <u>toko</u> , toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
d.	Lantai ruang olah raga	400 kg/m <sup>2</sup>
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
f.	Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e. seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m <sup>2</sup>
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m <sup>2</sup>
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m <sup>2</sup>
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m <sup>2</sup>
k.	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m <sup>2</sup>
l.	Lantai gedung parkir bertingkat: — untuk lantai bawah — untuk lantai tingkat lainnya	800 kg/m <sup>2</sup> 400 kg/m <sup>2</sup>
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m <sup>2</sup>

MINIMUMI

TABEL TERBAL PELAT



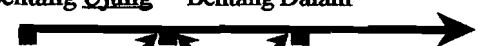


TEBAL MINIMUM BALOK DAN PELAT SATU ARAH

{ Kuipan Tabel 3.2.5.(a) SK SNI T-15-1991-03 }

KOMPONEN STRUKTUR	TEBAL PELAT MINIMUM ( h )			
	DUA TUMPUAN	SATU UJUNG MENERUS	KEDUA UJUNG MENERUS	KANTILEVER
	KOMPONEN TIDAK MENDUKUNG ATAU MENYATU DENGAN PARTISI ATA KONSTRUKSI LAIN YANG AKAN RUSAK AKIBAT LENDUTAN BESAR			
PELAT SOLID SATU ARAH	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
BALOK ATAU PELAT LAJUR SARU ARAH	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

TABEL KOEFISIEN MOMEN  
DAN GAYA GESER

TABEL KOEFISIEN MOMEN DAN GAYA GESER PELAT PENULANGAN SATU ARAH, berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 PASAL 3.1.3 AYAT 3

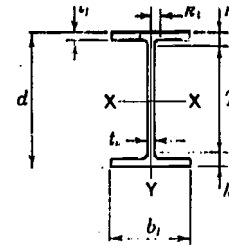
<b>MOMEN POSITIF</b>	<p style="text-align: center;">Bentang Ujung    Bentang Dalam</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tumpuan luar terletak bebas</li> <li>➤ Tumpuan luar menyatu dengan komponen pendukung</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{11} \cdot w_u \cdot l_n^2</math>  <math>\frac{1}{14} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{16} \cdot w_u \cdot l_n^2</math>  <math>\frac{1}{16} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> </div>
<b>MOMEN NEGATIF</b>	<p style="text-align: center;">Tumpuan Dalam</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dua Bentang</li> </ul>  $\frac{1}{9} \cdot w_u \cdot l_n^2$ <p style="text-align: center;">Bentang Ujung    Bentang Dalam</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lebih dari dua bentang</li> </ul>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{10} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{11} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> </div>
	<p style="text-align: center;">Tumpuan Dalam</p>  $\frac{1}{12} \cdot w_u \cdot l_n^2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plat dengan bentang &lt; 3,0 m</li> <li>➤ Balok dengan rasio jumlah kekakuan kolom terhadap kekakuan balok pada tiap ujung bentang lebih dari 8</li> <li>➤ Tiga tau lebih bentangan</li> </ul>
	<p style="text-align: center;">Tumpuan Luar Struktur menyatu dengan pendukung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pendukung Balok Spandrel</li> <li>➤ Pendukung adalah Kolom</li> </ul>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{24} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math>\frac{1}{16} \cdot w_u \cdot l_n^2</math> </div> </div>

PROPERTIES PROFILE WAF



# DIMENSIONS AND PROPERTIES

- W Shapes
- M Shapes
- S Shapes
- HP Shapes
- American Standard Channels (C)
- Miscellaneous Channels (MC)
- Angles (L)



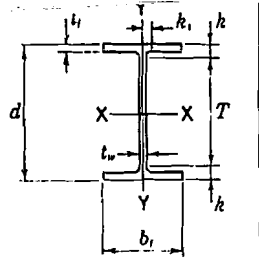
## W SHAPES Dimensions

Designation	Area A	Depth d		Web		Flange			Distance				
				Thickness t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub> 2	Width b <sub>1</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>			
											In.	In.	In.
W 40x328	96.4	40.00	40	0.910	1 5/16	1/2	17.910	17 7/8	1.730	1 3/4	33 3/4	3 1/8	1 11/16
x298	87.6	39.69	39 3/4	0.830	1 3/16	7/16	17.830	17 7/8	1.575	1 1/16	33 3/4	3	1 1/8
x268	78.8	39.37	39 3/8	0.750	3/4	3/8	17.750	17 3/4	1.415	1 1/16	33 3/4	2 13/16	1 1/16
x244	71.7	39.06	39	0.710	1 1/16	3/8	17.710	17 3/4	1.280	1 1/4	33 3/4	2 5/8	1 1/16
x221	64.8	38.67	38 3/8	0.710	1 1/16	3/8	17.710	17 3/4	1.065	1 1/16	33 3/4	2 7/16	1 1/16
x192	56.5	38.20	38 1/4	0.710	1 1/16	3/8	17.710	17 3/4	0.830	1 3/16	33 3/4	2 1/4	1 1/16
W 40x655 <sup>a</sup>	192.0	43.62	43 3/8	1.970	2	1	16.870	16 1/2	3.540	3 3/16	33 3/4	4 13/16	2 1/4
x593 <sup>a</sup>	174.0	42.99	43	1.790	1 13/16	1	16.690	16 3/4	3.230	3 1/4	33 3/4	4 5/8	2 1/8
x531 <sup>a</sup>	156.0	42.34	42 3/8	1.610	1 5/8	1 13/16	16.510	16 1/2	2.910	2 13/16	33 3/4	4 3/8	2
x480 <sup>a</sup>	140.0	41.81	41 3/4	1.460	1 7/16	3/4	16.360	16 1/2	2.640	2 5/8	33 3/4	4	2
x436 <sup>a</sup>	126.0	41.34	41 3/8	1.340	1 3/16	1 1/16	16.240	16 1/4	2.400	2 3/8	33 3/4	3 13/16	1 13/16
x397 <sup>a</sup>	116.0	40.95	41	1.220	1 1/4	3/8	16.120	16 1/8	2.200	2 1/16	33 3/4	3 3/8	1 7/8
x362 <sup>a</sup>	106.0	40.55	40 1/2	1.120	1 1/8	3/8	16.020	16	2.010	2	33 3/4	3 3/8	1 13/16
x324	95.3	40.18	40 1/2	1.000	1	1/2	15.905	15 7/8	1.810	1 13/16	33 3/4	3 3/8	1 3/4
x297	87.4	39.84	39 3/4	0.930	1 1/16	1/2	15.825	15 7/8	1.650	1 5/8	33 3/4	3 1/8	1 11/16
x277	81.3	39.69	39 3/4	0.830	1 3/16	7/16	15.830	15 7/8	1.575	1 1/16	33 3/4	3	1 1/8
x249	73.3	39.38	39 3/8	0.750	3/4	3/8	15.750	15 3/4	1.420	1 7/16	33 3/4	2 13/16	1 1/16
x215	63.3	38.98	39	0.650	3/8	3/8	15.750	15 3/4	1.220	1 1/4	33 3/4	2 5/8	1 1/16
x199	58.4	38.67	38 3/8	0.650	3/8	3/8	15.750	15 3/4	1.065	1 1/16	33 3/4	2 7/16	1 1/16
W 40x183 <sup>b</sup>	53.7	38.98	39	0.650	3/8	3/8	11.810	11 3/4	1.220	1 1/4	33 3/4	2 5/8	1 1/16
x167	48.1	38.59	38 3/8	0.650	3/8	3/8	11.610	11 3/4	1.025	1	33 3/4	2 1/16	1 1/16
x149	43.8	38.20	38 1/4	0.630	3/8	3/8	11.610	11 3/4	0.830	1 3/16	33 3/4	2 1/4	1 1/2
W 36x846 <sup>a</sup>	249.0	42.45	42 1/2	2.520	2 1/2	1 1/4	16.130	16 1/8	4.530	4 1/2	31 1/8	5 1/16	2 1/4
x798 <sup>a</sup>	234.0	41.97	42	2.360	2 3/8	1 3/16	17.990	18	4.290	4 3/16	31 1/8	5 7/16	2 3/16
x720 <sup>a</sup>	211.0	41.19	41 1/4	2.165	2 3/16	1 1/8	17.775	17 3/4	3.900	3 7/8	31 1/8	5 1/16	2 1/16
x650 <sup>a</sup>	190.0	40.47	40 1/2	1.970	2	1	17.575	17 3/4	3.540	3 3/16	31 1/8	4 13/16	2
x588 <sup>a</sup>	172.0	39.84	39 3/4	1.790	1 13/16	1	17.400	17 3/4	3.230	3 1/4	31 1/8	4 3/8	1 7/8
x527 <sup>a</sup>	154.0	39.21	39 3/4	1.610	1 5/8	1 13/16	17.220	17 3/4	2.910	2 13/16	31 1/8	4 1/16	1 3/4
x485 <sup>a</sup>	142.0	38.74	38 3/4	1.500	1 1/2	3/4	17.105	17 1/2	2.680	2 11/16	31 1/8	3 13/16	1 3/4
x439 <sup>a</sup>	128.0	38.26	38 1/4	1.360	1 3/8	1 1/16	16.965	17	2.440	2 7/16	31 1/8	3 3/8	1 5/8
x393 <sup>a</sup>	115.0	37.80	37 3/4	1.220	1 1/4	3/8	16.630	16 3/4	2.200	2 3/16	31 1/8	3 3/16	1 5/8
x359 <sup>a</sup>	105.0	37.40	37 3/8	1.120	1 1/8	3/8	16.730	16 3/4	2.010	2	31 1/8	3 1/4	1 13/16
x328 <sup>a</sup>	96.4	37.09	37 1/8	1.020	1	1/2	16.630	16 3/4	1.850	1 7/8	31 1/8	3	1 1/2
x300 <sup>a</sup>	88.3	36.74	36 3/4	0.945	1 1/16	1/2	16.655	16 3/4	1.680	1 11/16	31 1/8	2 13/16	1 1/2
x280 <sup>a</sup>	82.4	36.52	36 1/2	0.885	7/8	7/16	16.595	16 3/4	1.570	1 1/16	31 1/8	2 11/16	1 1/2
x260	76.5	36.28	36 1/4	0.840	1 3/16	7/16	16.550	16 3/4	1.440	1 7/16	31 1/8	2 1/16	1 1/2
x245	72.1	36.08	36 1/8	0.800	1 1/16	7/16	16.510	16 3/4	1.350	1 5/8	31 1/8	2 1/2	1 1/16
x230	67.6	35.90	35 7/8	0.780	3/4	3/8	16.470	16 1/2	1.260	1 1/4	31 1/8	2 3/8	1 1/16
W 36x256 <sup>a</sup>	75.4	37.43	37 3/8	0.860	1	1/2	12.215	12 1/4	1.730	1 3/4	32 1/8	2 5/8	1 1/16
x232 <sup>a</sup>	66.1	37.12	37 1/8	0.870	7/8	7/16	12.120	12 1/4	1.570	1 1/16	32 1/8	2 1/2	1 1/4
x210	61.8	36.69	36 3/4	0.830	1 3/16	7/16	12.160	12 1/4	1.360	1 3/8	32 1/8	2 3/8	1 1/4
x194	57.0	36.49	36 1/2	0.765	3/4	3/8	12.115	12 1/4	1.260	1 1/4	32 1/8	2 3/8	1 3/16
x182	53.6	36.33	36 3/8	0.725	3/4	3/8	12.075	12 1/4	1.160	1 3/16	32 1/8	2 1/8	1 3/16

<sup>a</sup>For application refer to Notes in Table 2.

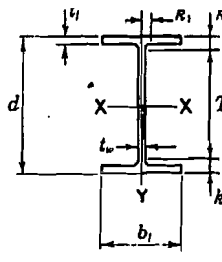
<sup>b</sup>Heavier shapes in this series are available from some producers.

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> × 10 <sup>3</sup>	Elastic Properties									Plastic Modulus	
	b <sub>f</sub> /2t <sub>f</sub>	h <sub>c</sub> /t <sub>w</sub>	F <sub>y</sub> <sup>a</sup>			Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>			
						I	S	r	I	S	r					
	·Lb.	Ks'	Ksl			(1/Ksl) <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>3</sup>	In. <sup>3</sup>		
328	5.2	37.6	45	2530	3800	2680 <sup>b</sup>	1340	16.7	1660	185	4.15	1510	286			
298	5.7	41.2	38	2300	5430	24200	1220	16.6	1490	167	4.12	1370	257			
268	6.3	45.6	31	2090	8070	21500	1090	16.5	1320	149	4.09	1220	229			
244	7.0	48.1	28	1900	11900	19200	983	16.4	1170	132	4.04	1100	203			
221	8.3	48.1	28	1730	18400	16600	858	16.0	988	112	3.90	967	172			
192	10.7	48.1	28	1570	29600	13500	708	15.5	770	87	3.69	807	135			
655	2.4	17.4	—	5230	240	56500	2590	17.2	2860	339	3.86	3060	541			
593	2.6	19.1	—	4790	337	50400	2340	17.0	2520	302	3.81	2750	481			
531	2.8	21.2	—	4340	498	44300	2090	16.9	2200	269	3.75	2450	422			
480	3.1	23.4	—	3920	723	39500	1890	16.8	1940	237	3.72	2180	374			
436	3.4	25.5	—	3610	1020	35400	1710	16.8	1720	212	3.67	1980	334			
397	3.7	28.0	—	3290	1400	32000	1580	16.6	1540	191	3.65	1790	300			
362	4.0	30.5	—	3030	2000	28900	1420	16.5	1380	173	3.61	1630	270			
324	4.4	34.2	55	2720	3030	25600	1280	16.4	1220	153	3.57	1460	239			
297	4.8	36.8	47	2500	4240	23200	1170	16.3	1090	138	3.54	1330	215			
277	5.0	41.2	38	2350	5370	21900	1100	16.4	1040	132	3.58	1250	204			
249	5.6	45.8	31	2120	7940	19500	992	16.3	928	118	3.58	1120	182			
215	6.5	52.8	23	1830	14000	16700	858	16.2	798	101	3.54	983	158			
199	7.4	52.8	23	1690	20300	14900	769	16.0	695	88.2	3.45	868	127			
183	4.8	52.6	23	1900	13700	13200	682	15.7	336	56.9	2.50	781	89.6			
187	5.8	52.6	23	1750	20500	11600	599	15.3	283	47.9	2.40	692	78.0			
149	7.1	54.3	22	1610	31400	9780	512	14.9	229	38.8	2.29	597	62.2			
848	2.0	12.5	—	7100	71	67400	3170	16.4	4550	501	4.27	3830	799			
798	2.1	13.2	—	6720	87	62600	2980	16.4	4200	467	4.24	3570	743			
720	2.3	14.5	—	6130	123	55300	2690	16.2	3680	414	4.18	3190	656			
650	2.5	16.0	—	5590	175	48900	2420	16.0	3230	367	4.12	2840	580			
588	2.7	17.6	—	5130	246	43500	2180	15.9	2850	328	4.07	2550	517			
527	3.0	19.6	—	4630	365	38300	1950	15.6	2490	289	4.02	2270	454			
485	3.2	21.0	—	4300	488	34700	1790	15.6	2250	263	3.98	2070	412			
439	3.6	23.1	—	3900	704	31000	1620	15.8	1990	235	3.95	1860	367			
393	3.8	25.8	—	3540	1040	27500	1450	15.8	1750	206	3.90	1680	325			
359	4.2	28.1	—	3240	1470	24800	1320	15.4	1570	198	3.87	1510	292			
328	4.5	30.9	—	2980	2040	22500	1210	15.3	1420	171	3.84	1380	265			
300	5.0	33.3	58	2720	2930	20300	1110	15.2	1300	156	3.83	1260	241			
280	5.3	35.6	51	2560	3730	18900	1030	15.1	1200	144	3.81	1170	223			
260	5.7	37.5	46	2370	5100	17300	953	15.0	1090	132	3.78	1080	204			
245	6.1	39.4	41	2230	6480	16100	895	15.0	1010	123	3.75	1010	190			
230	6.5	41.4	37	2100	8190	15000	837	14.9	940	114	3.73	943	176			
256	3.5	33.8	56	2840	2870	18800	895	14.9	828	96.5	2.65	1040	137			
232	3.9	37.3	48	2590	4160	15000	809	14.8	468	77.2	2.82	936	122			
210	4.5	39.1	42	2320	6560	13200	719	14.6	411	67.5	2.58	833	107			
184	4.8	42.4	36	2140	8820	12100	664	14.6	378	61.9	2.66	767	97.7			
182	6.1	44.8	32	2020	11300	11300	623	14.5	347	57.6	2.55	718	60.7			

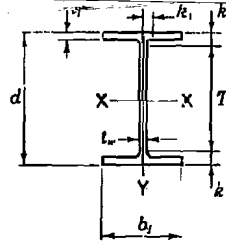
### W SHAPES Dimensions



Designation	Area A	Depth d	Web		Flange		Distance					
			Thickness t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub> /2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>			
										In.	In.	In.
			In. <sup>2</sup>	In.	In.	In.	In.	In.	In.	In.		
W 36x170 <sup>b</sup>	50.0	36.17	3/8	1/16	3/8	12.030	12	1.100	1/4	32 1/4	2	1 1/4
x160	47.0	36.01	3/8	5/16	5/16	12.000	12	1.020	1	32 1/2	1 1/2	1 1/2
x150	44.2	35.85	35/64	5/16	5/16	11.975	12	0.940	1 1/4	32 1/2	1 1/2	1 1/2
x135	39.7	35.55	35/64	5/16	5/16	11.950	12	0.790	1 1/4	32 1/2	1 1/2	1 1/2
W 33x619 <sup>a</sup>	181.0	38.47	3/8	1/16	1	16.910	16 1/2	3.540	3/16	29 1/4	4 1/2	1 3/4
x567 <sup>a</sup>	166.0	37.91	37/64	1 1/16	1	16.750	16 1/2	3.270	3/4	29 1/4	4 1/2	1 1/2
x515 <sup>a</sup>	151.0	37.38	37/64	1 1/8	1 1/16	16.590	16 1/2	2.990	3	29 1/4	3 3/4	1 1/2
x468 <sup>a</sup>	137.0	36.81	36 1/4	1 1/2	3/4	16.455	16 1/2	2.720	2 1/2	29 1/4	3 1/2	1 1/2
x424 <sup>a</sup>	124.0	36.34	36 1/4	1 3/8	1 1/4	16.315	16 1/2	2.480	2 1/2	29 1/4	3 1/2	1 1/2
x387 <sup>a</sup>	113.0	35.95	36	1 1/2	1 1/4	16.200	16 1/2	2.280	2 1/2	29 1/4	3 1/2	1 1/2
x354 <sup>a</sup>	104.0	35.55	35 1/2	1 1/8	1 1/4	16.100	16 1/2	2.090	2 1/2	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x318 <sup>a</sup>	93.5	35.16	35 1/2	1 1/8	1 1/4	15.985	16	1.890	1 1/2	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x291 <sup>a</sup>	85.6	34.84	34 1/4	1 1/8	1 1/4	15.905	15 1/2	1.730	1 1/4	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x283 <sup>a</sup>	77.4	34.53	34 1/4	0.870	3/4	15.805	15 1/2	1.570	1 1/4	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x241	70.9	34.18	34 1/4	0.830	3/4	15.660	15 1/2	1.400	1 1/4	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x221	65.0	33.93	33 3/4	0.775	3/4	15.605	15 1/2	1.275	1 1/4	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x201	69.1	33.68	33 3/4	0.715	3/4	15.745	15 1/2	1.180	1 1/4	29 1/4	1 1/2	1 1/2
W 33x169 <sup>b</sup>	49.5	33.62	33 3/4	0.870	3/4	11.500	11 1/2	1.220	1 1/4	29 1/4	2 1/2	1 1/2
x152	44.7	33.49	33 1/2	0.635	3/4	11.565	11 1/2	1.055	1 1/4	29 1/4	1 1/2	1 1/2
x141	41.6	33.30	33 1/4	0.605	3/4	11.535	11 1/2	0.960	1 1/4	29 1/4	1 1/2	1 1/2
x130	38.3	33.09	33 1/4	0.580	3/4	11.610	11 1/2	0.855	3/4	29 1/4	1 1/2	1 1/2
x118	34.7	32.86	32 3/4	0.550	3/4	11.460	11 1/2	0.740	3/4	29 1/4	1 1/2	1 1/2
W 30x581 <sup>a</sup>	170.0	35.39	35 1/4	1.970	2	16.200	16 1/2	3.540	3/16	26 1/4	4 1/2	1 1/2
x526 <sup>a</sup>	154.0	34.76	34 1/4	1.790	1 1/2	16.020	16	3.230	3/4	26 1/4	4	1 1/2
x477 <sup>a</sup>	140.0	34.21	34 1/4	1.630	1 1/2	15.865	15 1/2	2.950	3	26 1/4	3 3/4	1 1/2
x433 <sup>a</sup>	127.0	33.66	33 3/4	1.500	1 1/2	15.725	15 1/2	2.680	2 1/2	26 1/4	3 1/2	1 1/2
x391 <sup>a</sup>	114.0	33.19	33 1/4	1.360	1 1/2	15.590	15 1/2	2.440	2 1/2	26 1/4	3 1/4	1 1/2
x357 <sup>a</sup>	104.0	32.80	32 3/4	1.240	1 1/2	15.470	15 1/2	2.240	2 1/4	26 1/4	3	1 1/2
x326 <sup>a</sup>	95.7	32.40	32 3/4	1.140	1 1/2	15.370	15 1/2	2.050	2 1/2	26 1/4	2 1/2	1 1/2
x292 <sup>a</sup>	85.7	32.01	32	1.020	1	15.255	15 1/2	1.850	1 1/2	26 1/4	2 1/4	1 1/2
x281	78.7	31.81	31 1/4	0.930	3/4	15.155	15 1/2	1.650	1 1/2	26 1/4	2 1/4	1 1/2
x235	69.0	31.30	31 1/4	0.830	3/4	15.055	15	1.500	1 1/2	26 1/4	2 1/4	1 1/2
x211	62.0	30.94	31	0.775	3/4	15.105	15 1/2	1.315	1 1/4	26 1/4	2 1/4	1 1/2
x191	56.1	30.68	30 3/4	0.715	3/4	15.040	15	1.185	1 1/4	26 1/4	1 1/2	1 1/2
x173	50.8	30.44	30 1/4	0.655	3/4	14.985	15	1.065	1 1/4	26 1/4	1 1/2	1 1/2
W 30x148 <sup>b</sup>	43.5	30.67	30 3/4	0.650	3/4	10.480	10 1/2	1.180	1 1/4	26 1/4	2	1
x132	38.9	30.31	30 1/4	0.615	3/4	10.545	10 1/2	1.000	1	26 1/4	1 3/4	1 1/2
x124	36.5	30.17	30 1/4	0.585	3/4	10.515	10 1/2	0.930	3/4	26 1/4	1 1/2	1 1/2
x116	34.2	30.01	30	0.565	3/4	10.495	10 1/2	0.860	3/4	26 1/4	1 1/2	1
x108	31.7	29.83	29 1/4	0.545	3/4	10.475	10 1/2	0.780	3/4	26 1/4	1 1/2	1
x 99	28.1	29.65	29 1/4	0.520	1/2	10.450	10 1/2	0.670	1 1/4	26 1/4	1 1/2	1
x 90	26.4	29.53	29 1/4	0.470	1/2	10.400	10 1/2	0.610	3/4	26 1/4	1 1/2	1

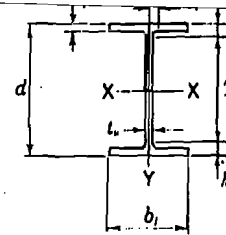
<sup>a</sup>For application refer to Notes in Table 2.  
<sup>b</sup>Heavier shapes in this series are available from some producers.

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria			$F_y$	$X_1$	$X_2 \times 10^6$	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h_c}{t_w}$	$F_y$				Axis X-X			Axis Y-Y			$Z_x$	$Z_y$
							$I$	$S$	$r$	$I$	$S$	$r$		
Lb.			Ksi	Ksi	(1/Ksi) <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>3</sup>	In. <sup>3</sup>	In. <sup>3</sup>
170	5.5	47.8	28	1900	14500	10500	580	14.5	320	63.2	2.53	668	83.8	
160	5.9	50.0	28	1780	18800	9750	542	14.4	295	49.1	2.50	624	77.3	
150	6.4	52.0	24	1680	24200	9040	504	14.3	270	45.1	2.47	581	70.9	
135	7.6	54.1	22	1520	38000	7800	439	14.0	225	37.7	2.38	509	59.7	
619	2.4	15.2	—	5910	142	41800	2170	15.2	2870	340	3.98	2560	537	
567	2.8	16.6	—	5460	191	37700	1990	15.1	2580	308	3.94	2330	485	
515	2.8	18.2	—	5000	268	33700	1810	14.9	2290	278	3.89	2110	433	
468	3.0	19.7	—	4800	374	30100	1630	14.8	2030	247	3.85	1890	387	
424	3.3	21.7	—	4180	535	26900	1480	14.7	1800	221	3.81	1700	345	
387	3.6	23.8	—	3850	740	24300	1350	14.7	1620	200	3.79	1550	312	
354	3.8	25.8	—	3540	1030	21900	1230	14.5	1460	181	3.74	1420	282	
318	4.2	28.8	—	3200	1530	19500	1110	14.4	1290	161	3.71	1270	250	
291	4.8	31.2	—	2940	2130	17700	1010	14.4	1160	146	3.69	1150	226	
283	5.0	34.5	54	2670	3100	15800	917	14.3	1030	131	3.68	1040	202	
241	5.7	38.1	49	2430	4590	14200	829	14.1	932	118	3.63	939	182	
221	6.2	38.7	45	2240	6440	12800	757	14.1	840	106	3.59	855	164	
201	6.8	41.9	36	2040	9390	11500	684	14.0	749	95.2	3.56	772	147	
189	4.7	44.7	32	2160	8150	9290	549	13.7	630	83.9	3.50	629	141	
182	5.5	47.2	29	1940	12900	8160	487	13.5	573	74.2	3.47	558	133	
141	6.0	49.6	26	1800	17800	7450	448	13.4	524	67.2	3.43	514	124	
130	6.7	51.7	24	1660	25100	6710	406	13.2	478	61.3	3.39	467	116	
118	7.8	54.5	22	1510	37700	5900	359	13.0	427	55.1	3.32	415	108	
581	2.3	13.7	—	6470	97	33000	1870	13.9	2530	312	3.66	2210	492	
528	2.5	15.1	—	5950	135	29300	1680	13.8	2230	276	3.60	1990	438	
477	2.7	16.6	—	5420	193	26100	1530	13.7	1970	249	3.75	1790	390	
433	2.9	18.0	—	4970	271	23200	1380	13.5	1750	222	3.71	1610	348	
391	3.2	19.9	—	4510	386	20700	1250	13.5	1550	198	3.68	1430	310	
357	3.5	21.8	—	4150	538	18600	1140	13.4	1390	179	3.65	1300	279	
328	3.7	23.7	—	3860	735	16800	1030	13.2	1240	162	3.61	1190	252	
292	4.1	26.5	—	3460	1110	14900	928	13.2	1100	144	3.58	1060	223	
261	4.8	29.0	—	3110	1690	13100	827	13.1	959	127	3.54	941	196	
235	5.0	32.5	61	2820	2450	11700	746	13.0	855	114	3.52	845	175	
211	5.7	34.9	53	2510	3950	10300	663	12.9	757	100	3.49	749	154	
191	6.3	38.0	44	2280	5840	9170	598	12.8	673	89.5	3.46	673	138	
173	7.0	41.2	38	2070	8540	8200	539	12.7	598	79.8	3.43	605	123	
148	4.4	41.5	37	2310	6180	6690	436	12.4	527	43.3	3.28	500	111	
132	5.3	43.9	33	2050	10500	5770	380	12.2	468	37.2	3.25	437	98	
124	5.7	46.2	30	1930	13500	5380	355	12.1	424	34.4	3.23	408	88	
116	6.2	48.6	28	1800	17700	4930	329	12.0	384	31.3	3.19	376	79	
108	6.9	45.8	26	1680	24200	4470	299	11.9	348	27.9	3.15	348	71	
99	7.8	51.9	24	1560	34100	3990	269	11.7	312	24.5	3.10	312	64	
90	8.5	57.5	19	1430	47000	3620	245	11.7	271	22.1	3.09	283	58	

### W SHAPES Dimensions

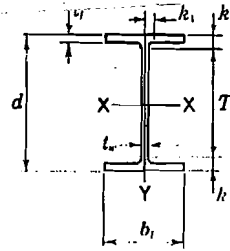


Designation	Area A	Depth d	Web		Flange			Distance					
			Thickness $t_w$	$\frac{t_w}{2}$	Width $b_f$	Thickness $t_f$	T	k	$k_1$				
										In. <sup>2</sup>	In.	In.	In.
W 27x530*	168.0	32.52	32½	1.970	2	1	15.255	15½	3.540	3¾	24	4¼	1¾
x494*	145.0	31.97	32	1.810	1½	1	15.095	15½	3.270	3¾	24	4	1½
x448*	131.0	31.42	31¾	1.650	1½	¾	14.940	15	2.990	3	24	3½	1½
x407*	119.0	30.87	30¾	1.520	1½	¾	14.800	14¾	2.720	2¾	24	3¼	1½
x368*	108.0	30.39	30¾	1.380	1½	¾	14.665	14¾	2.480	2½	24	3¼	1½
x336*	98.7	30.00	30	1.260	1½	¾	14.545	14½	2.280	2½	24	3	1½
x307*	90.2	29.61	29¾	1.160	1½	¾	14.445	14½	2.090	2½	24	2¾	1½
x281*	82.6	29.29	29¼	1.060	1½	¾	14.350	14½	1.930	1½	24	2¾	1½
x258	75.7	28.98	29	0.980	1	½	14.270	14¼	1.770	1¾	24	2½	1½
x235	69.1	28.68	28¾	0.910	1½	¾	14.190	14¼	1.610	1¾	24	2½	1½
x217	63.8	28.43	28¾	0.830	1½	¾	14.115	14	1.500	1½	24	2½	1½
x194	57.0	28.11	28½	0.750	¾	¾	14.035	14	1.340	1¾	24	2½	1
x178	52.3	27.81	27¾	0.725	¾	¾	14.085	14¾	1.190	1¾	24	1¾	1½
x161	47.4	27.59	27¾	0.660	1½	¾	14.020	14	1.080	1½	24	1½	1
x146	42.9	27.38	27¾	0.605	¾	¾	13.965	14	0.975	1	24	1½	1
W 27x129*	37.8	27.83	27¾	0.810	¾	¾	10.010	10	1.100	1½	24	1½	1½
x114	33.5	27.29	27¼	0.570	¾	¾	10.070	10¾	0.930	1½	24	1½	1½
x102	30.0	27.09	27¼	0.515	½	¾	10.015	10	0.830	1½	24	1½	1½
x 94	27.7	26.92	26¾	0.490	½	¾	9.990	10	0.745	¾	24	1½	1½
x 84	24.8	26.71	26¾	0.460	¾	¾	9.960	10	0.640	¾	24	1½	1½
W 24x492*	144.0	29.65	29¾	1.970	2	1	14.115	14¾	3.540	3¾	21	4¾	1½
x450*	132.0	29.09	29¾	1.810	1½	1	13.955	14	3.270	3¾	21	4½	1½
x408*	119.0	28.54	28½	1.650	1½	¾	13.800	13¾	2.990	3	21	3¾	1½
x370*	108.0	27.99	28	1.520	1½	¾	13.660	13¾	2.720	2¾	21	3½	1½
x335*	98.4	27.52	27½	1.380	1½	¾	13.520	13¾	2.480	2½	21	3¼	1½
x306*	90.8	27.13	27¾	1.260	1½	¾	13.405	13¾	2.280	2½	21	3¼	1½
x276*	82.0	26.73	26¾	1.160	1½	¾	13.305	13¾	2.090	2½	21	2¾	1½
x250*	73.5	26.34	26¾	1.040	1½	¾	13.185	13¾	1.890	1¾	21	2½	1½
x229	67.2	26.02	26	0.960	1	½	13.110	13¾	1.730	1¾	21	2½	1
x207	60.7	25.71	25¾	0.870	¾	¾	13.010	13	1.570	1¾	21	2¾	1
x192	56.3	25.47	25½	0.810	1½	¾	12.950	13	1.460	1¾	21	2¼	1
x176	51.7	25.24	25¼	0.750	¾	¾	12.890	12¾	1.340	1¾	21	2½	1½
x162	47.7	25.00	25	0.705	1½	¾	12.955	13	1.220	1¾	21	2	1½
x146	43.0	24.74	24¾	0.650	¾	¾	12.900	12¾	1.090	1¾	21	1¾	1½
x131	38.5	24.48	24¾	0.605	¾	¾	12.855	12¾	0.960	1½	21	1¾	1½

\*For application refer to Notes in Table 2.

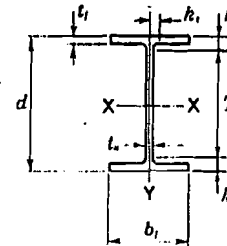
†Heavier shapes in this series are available from some producers.

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> × 10 <sup>6</sup>	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	b <sub>f</sub> / 2t <sub>f</sub>	h <sub>e</sub> / t <sub>w</sub>	F <sub>y</sub> <sup>a</sup>			Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
						I	S	r	I	S	r		
Lb.			Ksi	Ksi	(1/Ksi) <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>3</sup>	In. <sup>3</sup>
539	2.2	12.3	—	7160	66	25500	1570	12.7	2110	277	3.66	1880	437
494	2.3	13.4	—	6620	88	22900	1440	12.6	1890	250	3.61	1710	394
448	2.5	14.7	—	6070	123	20400	1300	12.5	1670	224	3.57	1530	351
407	2.7	15.9	—	5600	170	18100	1170	12.3	1480	200	3.52	1380	313
368	3.0	17.6	—	5100	243	16100	1060	12.2	1310	179	3.48	1240	279
336	3.2	19.2	—	4690	336	14500	970	12.1	1170	161	3.45	1130	252
307	3.5	20.9	—	4320	463	13100	884	12.0	1050	146	3.42	1020	227
281	3.7	22.9	—	3980	631	11900	811	12.0	953	133	3.40	933	206
258	4.0	24.7	—	3670	873	10800	742	11.9	859	120	3.37	850	187
235	4.4	26.6	—	3360	1230	9660	674	11.8	768	108	3.33	769	168
217	4.7	29.2	—	3120	1640	8870	624	11.8	704	99.8	3.32	708	154
194	5.2	32.3	61	2800	2520	7820	556	11.7	618	88.1	3.29	628	136
178	5.9	33.4	57	2550	3740	6990	502	11.6	555	78.8	3.26	567	122
161	6.5	36.7	47	2320	5370	6280	455	11.5	497	70.9	3.24	512	109
146	7.2	40.0	40	2110	7900	5630	411	11.4	443	63.5	3.21	461	97.5
129	4.5	39.7	41	2390	5340	4760	345	11.2	184	36.8	2.21	395	57.6
114	5.4	42.5	35	2100	9220	4090	299	11.0	159	31.5	2.18	343	49.3
102	6.0	47.0	29	1890	14000	3620	267	11.0	139	27.8	2.15	305	43.4
94	6.7	49.4	26	1740	19900	3270	243	10.9	124	24.8	2.12	278	38.8
84	7.8	52.7	23	1570	31100	2850	213	10.7	106	21.2	2.07	244	33.2
492	2.0	10.9	—	7950	43	19100	1290	11.5	1670	237	3.41	1550	375
450	2.1	11.9	—	7430	57	17100	1170	11.4	1490	214	3.36	1410	337
408	2.3	13.1	—	6780	79	15100	1060	11.3	1320	191	3.33	1250	300
370	2.5	14.2	—	6220	110	13400	957	11.1	1160	170	3.28	1120	267
335	2.7	15.6	—	5700	156	11900	864	11.0	1030	152	3.23	1020	238
306	2.9	17.1	—	5250	215	10700	789	10.9	919	137	3.20	922	214
279	3.2	18.6	—	4840	297	9600	718	10.8	823	124	3.17	835	193
250	3.5	20.7	—	4370	436	8490	644	10.7	724	110	3.14	744	171
229	3.8	22.5	—	4020	605	7650	588	10.7	651	99.4	3.11	676	154
207	4.1	24.8	—	3650	876	6820	531	10.6	578	88.8	3.08	606	137
192	4.4	26.6	—	3410	1150	6260	491	10.5	530	81.8	3.07	559	126
176	4.8	28.7	—	3140	1590	5680	450	10.5	479	74.3	3.04	511	115
162	5.3	30.6	—	2870	2260	5170	414	10.4	443	68.4	3.05	468	105
146	5.9	33.2	58	2590	3420	4580	371	10.3	391	60.5	3.01	418	93.2
131	6.7	35.6	50	2330	5290	4020	329	10.2	340	53.0	2.97	370	81.5

### W SHAPES Dimensions

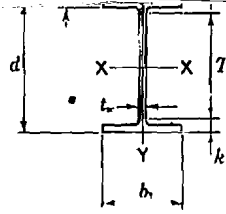


Designation	Area A	Depth d	Web		Flange		Distance					
			Thickness t <sub>w</sub>	l <sub>w</sub> / 2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>			
										In. <sup>2</sup>	In.	In.
W 24x117	34.4	24.26	24 1/4	0.550	1/8	12.800	12 1/4	0.850	3/8	21	1 1/8	1
x104	30.6	24.06	24	0.500	1/2	12.750	12 1/4	0.750	3/4	21	1 1/2	1
W 24x103 <sup>b</sup>	30.3	24.53	24 1/2	0.550	1/8	9.000	9	0.980	1	21	1 1/4	1 1/8
x 94	27.7	24.31	24 1/4	0.515	1/2	9.065	9 1/8	0.875	3/8	21	1 1/8	1
x 84	24.7	24.10	24 1/4	0.470	1/2	9.020	9	0.770	3/4	21	1 1/8	1 1/8
x 76	22.4	23.92	23 3/4	0.440	7/16	8.990	9	0.680	1 1/16	21	1 1/16	1 1/8
x 68	20.1	23.73	23 3/4	0.415	7/16	8.965	9	0.585	1/8	21	1 1/8	1 1/8
W 24x 62	18.2	23.74	23 3/4	0.430	7/16	7.040	7	0.590	1/8	21	1 1/8	1 1/8
x 55	16.2	23.57	23 3/4	0.395	3/8	7.005	7	0.505	1/2	21	1 1/8	1 1/8
W 21x402 <sup>a</sup>	118.0	26.02	26	1.730	1 1/4	13.405	13 3/4	3.130	3 3/8	18 1/4	3 3/8	1 1/8
x364 <sup>a</sup>	107.0	25.47	25 1/2	1.590	1 1/8	13.265	13 3/4	2.850	2 7/8	18 1/4	3 3/8	1 3/8
x333 <sup>a</sup>	97.9	25.00	25	1.460	1 1/8	13.130	13 3/4	2.620	2 3/4	18 1/4	3 3/8	1 3/8
x300 <sup>a</sup>	88.2	24.53	24 1/2	1.320	1 1/8	12.990	13	2.380	2 3/8	18 1/4	3 3/8	1 1/4
x275 <sup>a</sup>	80.8	24.13	24 1/4	1.220	1 1/4	12.890	12 3/4	2.190	2 1/8	18 1/4	3	1 3/8
x248 <sup>a</sup>	72.8	23.74	23 3/4	1.100	1 1/8	12.775	12 3/4	1.990	2	18 1/4	2 3/4	1 1/8
x223	65.4	23.35	23 3/4	1.000	1	12.675	12 3/4	1.790	1 13/16	18 1/4	2 3/8	1 1/8
x201	59.2	23.03	23	0.910	1 1/16	12.575	12 3/4	1.630	1 1/8	18 1/4	2 3/8	1
x182	53.6	22.72	22 3/4	0.830	1 1/16	12.500	12 3/4	1.480	1 1/2	18 1/4	2 1/4	1
x166	48.8	22.48	22 1/2	0.750	3/4	12.420	12 3/4	1.360	1 3/8	18 1/4	2 1/8	1 1/8
x147	43.2	22.06	22	0.720	3/4	12.510	12 3/4	1.150	1 1/8	18 1/4	1 7/8	1 1/8
x132	38.8	21.83	21 3/4	0.650	3/4	12.440	12 3/4	1.035	1 1/16	18 1/4	1 13/16	1
x122	35.9	21.68	21 3/4	0.600	3/4	12.390	12 3/4	0.960	1 1/16	18 1/4	1 13/16	1
x111	32.7	21.51	21 1/2	0.550	3/4	12.340	12 3/4	0.875	3/8	18 1/4	1 1/8	1 1/8
x101	29.8	21.36	21 1/4	0.500	1/2	12.290	12 3/4	0.800	1 1/16	18 1/4	1 1/8	1 1/8
W 21x 93	27.3	21.62	21 3/4	0.580	3/8	8.420	8 3/4	0.930	1 1/16	18 1/4	1 13/16	1
x 83	24.3	21.43	21 3/4	0.515	1/2	8.355	8 3/4	0.835	1 1/16	18 1/4	1 13/16	1 1/8
x 73	21.5	21.24	21 1/4	0.455	7/16	8.295	8 3/4	0.740	3/8	18 1/4	1 1/2	1 1/8
x 68	20.0	21.13	21 1/4	0.430	7/16	8.270	8 3/4	0.685	1 1/16	18 1/4	1 13/16	7/8
x 62	18.3	20.99	21	0.400	3/8	8.240	8 3/4	0.615	3/8	18 1/4	1 1/8	7/8
W 21x 57	16.7	21.06	21	0.405	3/8	6.555	6 1/2	0.650	3/8	18 1/4	1 1/8	7/8
x 50	14.7	20.83	20 3/4	0.380	3/8	6.530	6 1/2	0.535	1/8	18 1/4	1 1/8	7/8
x 44	13.0	20.66	20 3/4	0.350	3/8	6.500	6 1/2	0.450	1/8	18 1/4	1 1/8	7/8

<sup>a</sup>For application refer to Notes in Table 2.

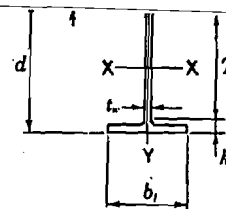
<sup>b</sup>Heavier shapes in this series are available from some producers.

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft lb.	Compact Section Criteria			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> × 10 <sup>6</sup>	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	b <sub>x</sub> 2t <sub>f</sub>	h <sub>x</sub> L <sub>x</sub>	F <sub>y</sub> <sup>a</sup>			Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
						I	S	r	I	S	r		
117	7.5	39.2	42	2090	8190	3540	291	10.1	297	46.5	2.94	327	71.4
104	8.5	43.1	34	1860	12900	3100	258	10.1	259	40.7	2.91	289	62.4
103	4.6	39.2	42	2400	5280	3000	245	9.96	119	26.5	1.99	280	41.5
94	5.2	41.9	37	2180	7800	2700	222	9.87	109	24.0	1.98	254	37.5
84	5.9	45.9	30	1950	12200	2370	196	9.79	94.4	20.9	1.95	224	32.6
76	6.6	49.0	27	1760	18600	2100	176	9.69	82.5	18.4	1.92	200	28.6
68	7.7	52.0	24	1590	29000	1830	154	9.55	70.4	15.7	1.87	177	24.5
62	6.0	50.1	25	1700	25100	1550	131	9.23	34.5	3.80	1.38	153	15.7
55	6.9	54.6	21	1540	39600	1350	114	9.11	29.1	3.30	1.34	134	13.3
402	2.1	10.8	—	8000	41	12200	937	10.2	1270	189	3.27	1130	296
364	2.3	11.8	—	7340	57	10800	846	10.0	1120	168	3.23	1010	263
333	2.5	12.8	—	6790	78	9610	769	9.91	994	151	3.19	915	237
300	2.7	14.2	—	6200	111	8480	692	9.81	873	134	3.15	816	210
275	2.9	15.4	—	5720	150	7620	632	9.71	785	122	3.12	741	189
248	3.2	17.1	—	5210	215	6760	569	9.63	694	109	3.09	663	169
223	3.5	18.8	—	4700	319	5950	510	9.54	609	96.1	3.05	589	149
201	3.9	20.6	—	4290	453	5310	461	9.47	542	85.1	3.02	530	133
182	4.2	22.6	—	3910	649	4730	417	9.40	483	77.2	3.00	476	119
166	4.6	25.0	—	3590	904	4280	380	9.36	435	70.1	2.98	432	108
147	5.4	26.1	—	3140	1590	3630	329	9.17	376	50.1	2.95	373	92.5
132	6.0	28.9	—	2840	2350	3220	295	9.12	333	53.5	2.93	333	82.3
122	6.5	31.3	—	2630	3160	2960	273	9.09	305	49.2	2.92	307	75.6
111	7.1	34.1	55	2400	4510	2670	249	9.05	274	44.5	2.90	276	68.2
101	7.7	37.5	45	2200	6400	2420	227	9.02	248	40.3	2.89	255	61.7
93	4.5	32.3	61	2680	3460	2070	192	8.70	92.9	22.1	1.84	221	34.7
83	5.0	36.4	48	2400	5250	1830	171	8.67	81.4	19.5	1.83	196	30.5
73	5.6	41.2	38	2140	8380	1600	151	8.64	70.6	17.0	1.81	170	26.6
68	6.0	43.6	34	2000	10900	1480	140	8.60	64.7	15.7	1.80	160	24.4
62	6.7	46.9	29	1820	15900	1330	127	8.54	57.5	13.9	1.77	144	21.7
57	5.0	46.3	30	1980	13100	1170	111	8.36	30.6	9.36	1.35	129	14.8
50	6.1	49.4	26	1730	22600	984	94.5	8.18	24.9	7.64	1.30	110	12.2
44	7.2	53.6	22	1550	36600	843	81.6	8.06	20.7	6.36	1.28	96.4	10.2

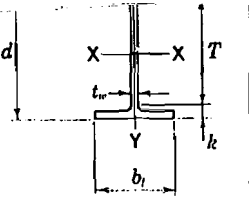
### W SHAPES Dimensions



Designation	Area A	Depth d	Web		Flange		Distance						
			Thickness t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub> /2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>				
										in. <sup>2</sup>	in.	in.	in.
W 18x311 <sup>a</sup>	91.5	22.32	22%	1.520	1½	¾	12.005	12	2.740	2%	15½	3¼	1¾
x283 <sup>a</sup>	83.2	21.85	21%	1.400	1¾	1½	11.890	11½	2.500	2½	15½	3¾	1¾
x258 <sup>a</sup>	75.9	21.46	21½	1.280	1¾	¾	11.770	11¾	2.300	2½	15½	3	1½
x234 <sup>a</sup>	68.8	21.06	21	1.160	1¾	¾	11.650	11¾	2.110	2½	15½	2¾	1
x211 <sup>a</sup>	62.1	20.87	20%	1.060	1½	¾	11.555	11½	1.910	1½	15½	2½	1
x192	56.4	20.35	20%	0.960	1	½	11.455	11½	1.750	1½	15½	2½	1½
x175	51.3	20.04	20	0.890	¾	¾	11.375	11¾	1.590	1½	15½	2½	¾
x158	46.3	19.72	19%	0.810	¾	¾	11.300	11¾	1.440	1½	15½	2½	¾
x143	42.1	19.49	19½	0.730	¾	¾	11.220	11¾	1.320	1½	15½	2	1½
x130	38.2	19.25	19%	0.670	¾	¾	11.160	11¾	1.200	1½	15½	1½	1½
x119	35.1	18.97	19	0.655	¾	¾	11.265	11¾	1.060	1½	15½	1½	1½
x106	31.1	18.73	18%	0.590	¾	¾	11.200	11¾	0.940	1½	15½	1½	1½
x 97	28.5	18.59	18%	0.535	¾	¾	11.145	11¾	0.870	¾	15½	1½	¾
x 86	25.3	18.39	18%	0.480	½	¼	11.090	11¾	0.770	¾	15½	1½	¾
x 76	22.3	18.21	18%	0.425	½	¼	11.035	11	0.680	1½	15½	1½	1½
W 18x 71	20.8	18.47	18½	0.495	½	¼	7.635	7%	0.810	1½	15½	1½	¾
x 65	19.1	18.35	18%	0.450	¾	¼	7.590	7%	0.750	¾	15½	1½	¾
x 60	17.6	18.24	18%	0.415	¾	¼	7.555	7½	0.695	1½	15½	1½	1½
x 55	16.2	18.11	18%	0.390	¾	¾	7.530	7½	0.630	¾	15½	1½	1½
x 50	14.7	17.99	18	0.355	¾	¾	7.495	7½	0.570	¾	15½	1½	1½
W 18x 46	13.5	18.06	18	0.360	¾	1½	6.060	6	0.605	¾	15½	1½	1½
x 40	11.8	17.90	17%	0.315	¾	¾	6.015	6	0.525	½	15½	1½	1½
x 35	10.3	17.70	17%	0.300	¾	¾	6.000	6	0.425	¾	15½	1½	¾
W 16x100	29.4	16.97	17	0.585	¾	¾	10.425	10%	0.985	1	13%	1½	1½
x 89	26.2	16.75	16%	0.525	½	¼	10.365	10%	0.875	¾	13%	1½	¾
x 77	22.6	16.52	16½	0.455	¾	¼	10.295	10¼	0.760	¾	13%	1½	¾
x 67	19.7	16.33	16%	0.395	¾	¾	10.235	10¼	0.665	1½	13%	1½	1½
W 16x 57	16.8	16.43	16%	0.430	¾	¼	7.120	7%	0.715	1½	13%	1½	¾
x 50	14.7	16.26	16%	0.380	¾	¾	7.070	7%	0.630	¾	13%	1½	1½
x 45	13.3	16.13	16%	0.345	¾	¾	7.035	7	0.565	¾	13%	1½	1½
x 40	11.0	16.01	16	0.305	¾	¾	6.995	7	0.505	½	13%	1½	1½
x 36	10.6	15.86	15%	0.295	¾	¾	6.985	7	0.430	¾	13%	1½	¾
W 16x 31	9.12	15.88	15%	0.275	¼	¼	5.525	5½	0.440	¾	13%	1½	¾
x 26	7.68	15.69	15%	0.250	¼	¼	5.500	5½	0.345	¾	13%	1½	¾

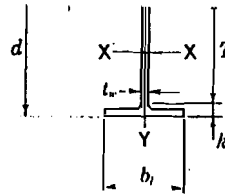
<sup>a</sup>For application refer to Notes in Table 2.

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub> × 10 <sup>6</sup>	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	b <sub>f</sub> /2t <sub>f</sub>	h <sub>x</sub> /L <sub>x</sub>	F <sub>y</sub> <sup>a</sup>			Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
						I	S	r	I	S	r		
Lb.			Ksi	Ksi	(1/Ksi) <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>3</sup>	in. <sup>3</sup>
311	2.2	10.6	—	8160	38	6960	824	8.72	795	132	2.95	753	207
283	2.4	11.5	—	7520	52	6160	564	8.61	704	18	2.91	676	185
258	2.6	12.5	—	6920	71	5510	514	8.53	628	107	2.88	611	166
234	2.8	13.8	—	6360	97	4900	466	8.44	558	95.8	2.85	549	149
211	3.0	15.1	—	5800	140	4330	419	8.35	493	85.3	2.82	490	132
192	3.3	16.7	—	5320	194	3870	380	8.28	440	76.8	2.79	442	119
175	3.6	18.0	—	4870	274	3450	344	8.20	391	68.8	2.76	398	106
158	3.9	19.8	—	4430	396	3060	310	8.12	347	61.4	2.74	356	94.8
143	4.2	21.9	—	4060	557	2750	282	8.09	311	55.9	2.72	322	85.4
130	4.6	23.9	—	3710	789	2460	256	8.03	278	49.9	2.70	291	76.7
119	5.3	24.5	—	3340	1210	2190	231	7.90	253	44.9	2.69	261	69.1
106	6.0	27.2	—	2990	1880	1910	204	7.84	220	39.4	2.66	230	60.5
97	6.4	30.0	—	2750	2580	1750	188	7.82	201	36.1	2.65	211	55.3
86	7.2	33.4	57	2460	4060	1530	166	7.77	175	31.6	2.63	186	48.4
78	8.1	37.8	45	2180	6520	1330	146	7.73	152	27.6	2.61	163	42.2
71	4.7	32.4	61	2680	3310	1170	127	7.50	60.3	15.8	1.70	145	24.7
65	5.1	35.7	50	2470	4540	1070	117	7.49	54.8	14.4	1.69	133	22.5
60	5.4	38.7	43	2290	6080	984	108	7.47	50.1	13.3	1.69	123	20.6
55	6.0	41.2	38	2110	8540	890	98.3	7.41	44.9	11.9	1.67	112	18.5
50	6.6	45.2	31	1920	12400	800	88.9	7.38	40.1	10.7	1.65	101	16.6
48	5.0	44.6	32	2060	10100	712	78.8	7.25	22.5	7.43	1.29	90.7	11.7
40	5.7	51.0	25	1810	17200	612	68.4	7.21	19.1	6.35	1.27	78.4	9.65
35	7.1	53.5	22	1590	30300	510	57.6	7.04	15.3	5.12	1.22	66.5	8.06
100	5.3	24.3	—	3450	1040	1490	175	7.10	186	35.7	2.51	198	54.9
89	5.9	27.0	—	3090	1630	1300	155	7.05	163	31.4	2.49	175	48.1
77	6.8	31.2	—	2680	2790	1110	134	7.00	138	26.9	2.47	150	41.1
67	7.7	35.9	50	2350	4690	954	117	6.96	119	23.2	2.46	130	35.5
57	5.0	33.0	59	2650	3400	758	92.2	6.72	43.1	12.1	1.60	105	19.2
50	5.6	37.4	46	2340	5530	659	81.0	6.68	37.2	10.5	1.59	92.0	17.1
45	6.2	41.2	38	2120	8280	586	72.7	6.65	32.8	9.34	1.57	82.3	14.5
40	6.9	46.6	30	1890	12900	518	64.7	6.63	28.9	8.25	1.57	72.9	12.7
36	8.1	48.1	28	1700	20800	448	56.5	6.51	24.5	7.00	1.52	64.0	10.8
31	6.3	51.6	24	1740	20000	375	47.2	6.41	12.4	4.43	1.17	54.0	7.06
26	8.0	56.8	20	1470	40900	301	38.4	6.26	9.59	3.43	1.12	44.2	5.48

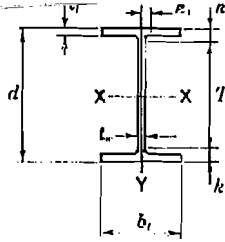
### W SHAPES Dimensions



Designation	Area A	Depth d	Web		Flange		Distance						
			Thickness t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub> /2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>				
										in.	in.	in.	in.
W 14x730 <sup>a</sup>	215.0	22.42	22%	3.070	3 1/8	1 1/8	17.890	17%	4.910	4 1/8	11 1/4	5 1/8	2 1/8
x665 <sup>a</sup>	196.0	21.64	21%	2.830	2 3/8	1 1/8	17.650	17%	4.520	4 1/2	11 1/4	5 1/8	2 1/8
x605 <sup>a</sup>	178.0	20.92	20%	2.595	2 1/2	1 1/8	17.415	17%	4.160	4 3/8	11 1/4	4 1/8	1 1/8
x550 <sup>a</sup>	162.0	20.24	20%	2.380	2 1/4	1 1/8	17.200	17%	3.620	3 3/8	11 1/4	4 1/2	1 3/8
x500 <sup>a</sup>	147.0	19.60	19%	2.190	2 1/8	1 1/8	17.010	17%	3.500	3 1/2	11 1/4	4 3/8	1 3/8
x455 <sup>a</sup>	134.0	19.02	19%	2.015	2	1	16.835	16%	3.210	3 3/8	11 1/4	3 3/8	1 1/8
W 14x426 <sup>a</sup>	125.0	18.67	18%	1.875	1 3/8	1 1/8	16.695	16%	3.035	3 3/8	11 1/4	3 1/8	1 1/8
x398 <sup>a</sup>	117.0	18.29	18%	1.770	1 3/4	7/8	16.590	16%	2.845	2 3/4	11 1/4	3 1/2	1 1/2
x370 <sup>a</sup>	109.0	17.92	17%	1.655	1 1/2	1 1/8	16.475	16%	2.660	2 1/2	11 1/4	3 3/8	1 3/8
x342 <sup>a</sup>	101.0	17.54	17%	1.540	1 1/8	1 1/8	16.360	16%	2.470	2 1/2	11 1/4	3 3/8	1 3/8
x311 <sup>a</sup>	91.4	17.12	17%	1.410	1 7/8	3/4	16.230	16%	2.260	2 1/4	11 1/4	2 1/2	1 1/8
x283 <sup>a</sup>	83.3	16.74	16%	1.290	1 1/8	1 1/8	16.110	16%	2.070	2 1/8	11 1/4	2 3/8	1 3/8
x257 <sup>a</sup>	75.6	16.38	16%	1.175	1 3/8	5/8	15.995	16%	1.890	1 3/4	11 1/4	2 3/8	1 3/8
x233 <sup>a</sup>	68.5	16.04	16%	1.070	1 1/8	1 1/8	15.890	15%	1.720	1 3/4	11 1/4	2 3/8	1 3/8
x211 <sup>a</sup>	62.0	15.72	15%	0.980	1	1/2	15.800	15%	1.560	1 1/8	11 1/4	2 1/4	1 1/8
x193	56.8	15.48	15 1/2%	0.890	7/8	3/8	15.710	15%	1.440	1 1/8	11 1/4	2 1/4	1 1/8
x176	51.8	15.22	15%	0.830	1 1/8	1 1/8	15.650	15%	1.310	1 1/8	11 1/4	2 1/4	1 1/8
x159	46.7	14.98	15%	0.745	3/4	3/8	15.585	15%	1.190	1 1/8	11 1/4	1 3/4	1
x145	42.7	14.78	14%	0.680	1 1/8	3/8	15.500	15 1/2%	1.090	1 1/8	11 1/4	1 3/4	1

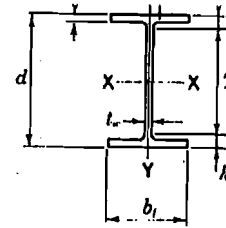
<sup>a</sup>For application refer to Notes in Table 2.

### W SHAPES Properties



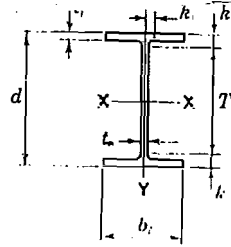
Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria			$X_1$	$X_2 \times 10^6$	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h_c}{t_w}$	$F_y$			Axis X-X			Axis Y-Y			$Z_x$	$Z_y$
						$I$	$S$	$r$	$I$	$S$	$r$		
Lb.			Ksi	Ksi	(1/Ksi) <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>3</sup>	in. <sup>3</sup>
730	1.8	3.7	—	17500	1.90	14300	1280	8.17	4720	527	4.69	1660	816
665	2.0	4.0	—	16300	2.46	12400	1150	7.98	4170	472	4.62	1480	730
605	2.1	4.4	—	15100	3.20	10800	1040	7.80	3680	423	4.55	1320	652
550	2.3	4.8	—	14200	4.15	9430	931	7.63	3250	378	4.49	1180	583
500	2.4	5.2	—	13100	5.49	8210	838	7.48	2880	339	4.43	1050	522
455	2.6	5.7	—	12200	7.30	7190	756	7.33	2560	304	4.38	936	468
426	2.8	6.1	—	11500	8.89	6600	707	7.26	2360	283	4.34	869	434
398	2.9	6.4	—	10900	11.0	6000	656	7.16	2170	262	4.31	801	402
370	3.1	6.9	—	10300	13.9	5440	607	7.07	1990	241	4.27	738	370
342	3.3	7.4	—	9600	17.9	4900	559	6.98	1810	221	4.24	672	338
311	3.6	8.1	—	8820	24.4	4330	506	6.88	1610	199	4.20	603	304
283	3.9	8.8	—	8120	33.4	3840	459	6.79	1440	179	4.17	542	274
257	4.2	9.7	—	7460	48.1	3400	415	6.71	1290	181	4.13	487	248
233	4.6	10.7	—	6820	64.9	3010	375	6.63	1150	145	4.10	436	221
211	5.1	11.6	—	6230	91.8	2660	338	6.55	1030	130	4.07	390	198
193	5.5	12.8	—	5740	125	2400	310	6.50	931	119	4.05	355	180
178	6.0	13.7	—	5280	173	2140	281	6.43	838	107	4.02	320	163
159	6.5	15.3	—	4790	249	1900	254	6.38	748	96.2	4.00	287	146
145	7.1	16.8	—	4400	348	1710	232	6.33	677	87.3	3.98	260	133

### W SHAPES Dimensions



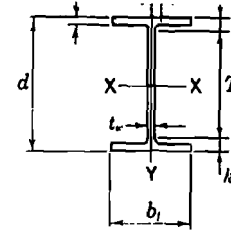
Designation	Area A	Depth d		Web			Flange			Distance			
				Thickness $t_w$	$\frac{l_w}{2}$	Width $b_f$	Thickness $t_f$	T	k	$k_1$			
											in.	in.	in.
W 14x132	39.8	14.66	14%	0.645	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	14.725	14%	1.030	1	11 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{2}$
x120	35.3	14.48	14 $\frac{1}{2}$	0.590	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	14.670	14%	0.940	1 $\frac{1}{16}$	11 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$
x109	32.0	14.32	14%	0.525	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	14.605	14%	0.860	$\frac{3}{8}$	11 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
x 99	29.1	14.16	14 $\frac{1}{2}$	0.485	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	14.565	14%	0.780	$\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{7}{8}$
x 90	26.5	14.02	14	0.440	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	14.520	14 $\frac{1}{2}$	0.710	1 $\frac{1}{16}$	11 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
W 14x 82	24.1	14.31	14 $\frac{1}{2}$	0.510	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	10.130	10 $\frac{1}{2}$	0.855	$\frac{3}{8}$	11	1 $\frac{1}{8}$	1
x 74	21.8	14.17	14 $\frac{1}{2}$	0.450	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	10.070	10 $\frac{1}{2}$	0.785	1 $\frac{1}{16}$	11	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$
x 68	20.0	14.04	14	0.415	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	10.035	10	0.720	$\frac{3}{4}$	11	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
x 61	17.9	13.89	13 $\frac{1}{2}$	0.375	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	9.995	10	0.645	$\frac{3}{8}$	11	1 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{2}$
W 14x 53	15.6	13.92	13 $\frac{1}{2}$	0.370	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	8.060	8	0.660	1 $\frac{1}{16}$	11	1 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{2}$
x 48	14.1	13.79	13 $\frac{1}{2}$	0.340	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	8.030	8	0.595	$\frac{3}{8}$	11	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
x 43	12.6	13.66	13 $\frac{1}{2}$	0.305	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	7.995	8	0.530	$\frac{1}{2}$	11	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{7}{8}$
W 14x 38	11.2	14.10	14%	0.310	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	6.770	6 $\frac{1}{2}$	0.515	$\frac{1}{2}$	12	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{3}{4}$
x 34	10.0	13.98	14	0.285	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	6.745	6 $\frac{1}{2}$	0.455	$\frac{3}{8}$	12	1	$\frac{3}{4}$
x 30	8.85	13.84	13 $\frac{1}{2}$	0.270	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	6.730	6 $\frac{1}{2}$	0.385	$\frac{3}{8}$	12	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{3}{4}$
W 14x 28	7.69	13.91	13 $\frac{1}{2}$	0.255	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	5.025	5	0.420	$\frac{3}{8}$	12	1 $\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$
x 22	6.49	13.74	13 $\frac{1}{2}$	0.230	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	5.000	5	0.335	$\frac{3}{8}$	12	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$

### W SHAPES Properties



Nominal Wt. per Ft	Compact Section Criteria		X	X <sub>2</sub> × 10 <sup>6</sup>	Elastic Properties						Plastic Modulus		
	b <sub>f</sub> /2t <sub>f</sub>	h <sub>c</sub> /l <sub>w</sub>			F <sub>y</sub>	Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
						I	S	r	I	S	r		
	Lb.				Ksi	Ksi	(1/Ksi) <sup>2</sup>	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.
132	7.1	17.7	—	4180	428	1530	209	6.28	548	74.5	3.76	234	1.3
120	7.8	19.3	—	3830	601	1380	130	6.24	495	67.5	3.74	212	1.02
109	8.5	21.7	—	3490	853	1240	173	6.22	447	61.2	3.73	192	92.7
99	9.3	23.5	—	3190	1220	1110	157	6.17	402	55.2	3.71	173	83.6
90	10.2	25.9	—	2900	1750	999	143	6.14	362	49.9	3.70	157	75.6
82	5.9	22.4	—	3600	846	882	123	6.05	148	29.3	2.48	139	44.8
74	6.4	25.3	—	3290	1190	796	112	6.04	134	26.6	2.48	126	40.6
68	7.0	27.5	—	3020	1650	723	103	6.01	121	24.2	2.46	115	36.9
61	7.7	30.4	—	2720	2460	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45	102	32.8
59	6.1	30.8	—	2830	2250	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92	87.1	22.0
48	6.7	33.5	57	2580	3220	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91	78.4	19.6
43	7.5	37.4	46	2320	4900	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89	69.6	17.3
38	6.8	39.6	41	2190	6850	385	54.6	5.87	28.7	7.88	1.55	61.5	12.1
34	7.4	43.1	35	1970	10600	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53	54.6	10.6
30	8.7	45.4	31	1750	17600	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49	47.3	8.99
26	6.0	48.1	28	1830	13900	245	35.3	5.65	9.91	3.54	1.08	40.2	5.54
22	7.5	53.5	22	1610	27300	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04	33.2	4.39

### W SHAPES Dimensions



Designation	Area A	Depth d	Web		Flange		Distance					
			Thickness t <sub>w</sub>	l <sub>w</sub> /2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>1</sub>			
										In.	In.	In.
			In. <sup>2</sup>	In.	In.	In.	In.	In.	In.			
W 12x336*	98.8	16.82	16%	1.775	1%	13.385	13%	2.955	2 1/16	9 1/2	3 1/16	1 1/2
x305*	89.6	16.32	16%	1.625	1%	13.235	13%	2.705	2 1/16	9 1/2	3 1/16	1 1/16
x279*	81.9	15.85	15%	1.530	1 1/2	13.140	13%	2.470	2 1/2	9 1/2	3 3/16	1 3/16
x252*	74.1	15.41	15%	1.395	1%	13.005	13	2.250	2 1/4	9 1/2	2 15/16	1 1/16
x230*	67.7	15.05	15	1.285	1 1/16	12.895	12%	2.070	2 1/16	9 1/2	2 3/4	1 1/4
x210*	61.8	14.71	14%	1.180	1 1/16	12.790	12%	1.900	1 3/4	9 1/2	2 3/4	1 1/4
x190*	55.8	14.38	14%	1.060	1 1/16	12.670	12%	1.735	1 3/4	9 1/2	2 7/16	1 1/16
x170*	50.0	14.03	14	0.960	1 1/16	12.570	12%	1.560	1 1/16	9 1/2	2 1/4	1 1/16
x152	44.7	13.71	13%	0.870	3/4	12.480	12 1/2	1.400	1 3/4	9 1/2	2 1/16	1 1/16
x136	39.9	13.41	13%	0.790	1 1/16	12.400	12%	1.250	1 1/4	9 1/2	1 15/16	1
x120	35.3	13.12	13%	0.710	1 1/16	12.320	12%	1.105	1 1/16	9 1/2	1 15/16	1
x106	31.2	12.89	12%	0.610	3/4	12.220	12 1/4	0.990	1	9 1/2	1 15/16	1 1/16
x 96	28.2	12.71	12%	0.550	3/4	12.160	12%	0.900	3/4	9 1/2	1 1/16	3/4
x 87	25.6	12.53	12 1/2	0.515	1/2	12.125	12 1/4	0.810	1 1/16	9 1/2	1 1/2	3/4
x 79	23.2	12.38	12%	0.470	1/2	12.080	12 1/2	0.735	3/4	9 1/2	1 7/16	3/4
x 72	21.1	12.25	12 1/2	0.430	3/4	12.040	12	0.670	1 1/16	9 1/2	1 3/16	3/4
x 65	19.1	12.12	12%	0.390	3/4	12.000	12	0.605	3/4	9 1/2	1 1/16	1 1/16
W 12x 58	17.0	12.19	12 1/2	0.360	3/4	10.010	10	0.640	3/4	9 1/2	1 3/16	1 1/16
x 53	15.6	12.06	12	0.345	3/4	9.995	10	0.575	3/4	9 1/2	1 1/4	1 1/16
W 12x 50	14.7	12.19	12 1/2	0.370	3/4	8.080	8 1/2	0.640	3/4	9 1/2	1 3/16	1 1/16
x 45	13.2	12.06	12	0.335	3/4	8.045	8	0.575	3/4	9 1/2	1 1/4	1 1/16
x 40	11.8	11.94	12	0.295	3/4	8.005	8	0.515	1/2	9 1/2	1 1/4	3/4
W 12x 35	10.3	12.50	12 1/2	0.300	3/4	6.560	6 1/2	0.520	1/2	10 1/2	1	3/16
x 30	8.79	12.34	12%	0.260	1/2	6.520	8 1/2	0.440	3/4	10 1/2	1 1/16	1/2
x 26	7.65	12.22	12 1/2	0.230	1/2	6.490	6 1/2	0.380	3/4	10 1/2	7/8	1/2
W 12x 22	6.48	12.31	12 1/2	0.260	3/4	4.030	4	0.425	3/4	10 1/2	7/8	1/2
x 19	5.57	12.16	12%	0.235	1/2	4.005	4	0.350	3/4	10 1/2	1 1/16	1/2
x 16	4.71	11.99	12	0.220	1/2	3.990	4	0.265	1/2	10 1/2	3/4	1/2
x 14	4.16	11.91	11 1/2	0.200	3/4	3.970	4	0.225	1/2	10 1/2	1 1/16	1/2

\*For application refer to Notes in Table 2.



TABEL DEFLEKSI

### BEAM DIAGRAMS AND FORMULAS Table of Concentrated Load Equivalents

n	Loading	Coeff.	Simple Beam	Beam Fixed One End Supported at Other	Beam Fixed Both Ends
∞		a	0.1250	0.0703	0.0417
		b	—	0.1250	0.0833
		c	0.5000	0.3750	—
		d	—	0.6250	0.5000
		e	0.0130	0.0054	0.0026
		f	1.0000	1.0000	0.6667
		g	1.0000	0.4151	0.3000
2		a	0.2500	0.1563	0.1250
		b	—	0.1875	0.1250
		c	0.5000	0.3125	—
		d	—	0.6875	0.5000
		e	0.0208	0.0093	0.0052
		f	2.0000	1.5000	1.0000
		g	0.8000	0.4770	0.4000
3		a	2/5 0.3333	0.2222	0.1111
		b	—	0.3333	0.2222
		c	1.0000	0.6667	—
		d	—	1.3333	1.0000
		e	0.0355	0.0152	0.0077
		f	2.6667	2.6667	1.7778
		g	1.3222	0.4381	0.3333
4		a	2/5 0.5000	0.2656	0.1875
		b	—	0.4688	0.3125
		c	1.5000	1.0313	—
		d	—	1.9688	1.5000
		e	0.0495	0.0209	0.0104
		f	4.0000	3.7500	2.5000
		g	0.9500	0.4281	0.3200
5		a	2/5 0.6000	0.3600	0.2000
		b	—	0.6000	0.4000
		c	2.0000	1.4000	—
		d	—	2.6000	2.0000
		e	0.0630	0.0265	0.0130
		f	4.8000	4.8000	3.2000
		g	1.0080	0.4238	0.3120
Maximum positive moment (kip-ft.): $a \times P \times L$ Maximum negative moment (kip-ft.): $b \times P \times L$ Pinned end reaction (kips): $c \times P$ Fixed end reaction (kips): $d \times P$ Maximum deflection (in.): $e \times P l^3 / EI$			Equivalent simple span uniform load (kips): $f \times P$ Deflection coeff. for equivalent simple span uniform load: $g$ Number of equal load spaces: $n$ Span of beam (ft.): $L$ Span of beam (in.): $l$		

BALOK KOMPOSIT

TABEL PEMILIHAN

## COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE W Shapes

$\phi = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	$Y_1^a$ In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)											
					$Y_2^b$ (in.)											
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	
W 36x300	3400	TFL	0.00	3180	4590	4700	4810	4920	50 <sup>d</sup>	5150	5260	5370	5490	5800	5710	
			0.42	2680	4510	4800	4700	4790	4890	4980	5060	5170	5270	5360	5460	
			0.84	2170	4410	4490	4570	4640	4720	4800	4860	4950	5030	5110	5180	
			1.26	1670	4310	4360	4420	4480	4540	4600	4660	4720	4780	4840	4900	
			BFL	1.68	1160	4180	4220	4260	4310	4350	4390	4430	4470	4510	4550	4590
				3.97	979	4120	4150	4190	4220	4260	4290	4330	4360	4400	4430	4470
				6.69	795	4020	4050	4080	4110	4140	4160	4190	4220	4250	4280	4300
W 36x280	3160	TFL	0.00	2970	4260	4360	4470	4570	4680	4780	4890	4990	5100	5200	5310	
			0.39	2500	4180	4270	4360	4450	4540	4630	4710	4800	4890	4980	5070	
			0.79	2030	4100	4170	4240	4310	4390	4460	4530	4600	4670	4740	4820	
			1.18	1560	4000	4050	4110	4160	4220	4280	4330	4390	4440	4500	4550	
			BFL	1.57	1090	3890	3930	3960	4000	4040	4080	4120	4160	4200	4230	4270
				3.88	916	3830	3860	3890	3930	3960	3990	4020	4060	4090	4120	4150
				6.62	742	3740	3770	3790	3820	3850	3870	3900	3920	3950	3980	4000
W 36x260	2920	TFL	0.00	2750	3930	4020	4120	4220	4320	4410	4510	4610	4710	4800	4900	
			0.36	2330	3860	3940	4030	4110	4190	4270	4350	4440	4520	4600	4680	
			0.72	1900	3780	3850	3920	3980	4050	4120	4190	4250	4320	4390	4450	
			1.08	1470	3700	3750	3800	3850	3900	3960	4010	4060	4110	4160	4210	
			BFL	1.44	1040	3600	3630	3670	3710	3740	3780	3820	3850	3890	3930	3960
				3.86	863	3540	3570	3600	3630	3660	3690	3720	3750	3780	3820	3850
				6.75	689	3450	3470	3500	3520	3550	3570	3600	3620	3640	3670	3690
W 36x245	2730	TFL	0.00	2600	3680	3780	3870	3960	4050	4140	4240	4330	4420	4510	4600	
			0.34	2190	3620	3700	3780	3860	3930	4010	4090	4170	4240	4320	4400	
			0.68	1790	3550	3620	3680	3740	3810	3870	3930	4000	4080	4120	4190	
			1.01	1390	3470	3520	3570	3620	3670	3720	3770	3820	3870	3910	3960	
			BFL	1.35	991	3380	3420	3450	3490	3520	3560	3590	3630	3660	3700	3730
				3.81	820	3330	3360	3380	3410	3440	3470	3500	3530	3560	3590	3620
				6.77	649	3240	3260	3280	3310	3330	3350	3360	3400	3420	3440	3470
W 36x230	2550	TFL	0.00	2430	3440	3530	3610	3700	3780	3870	3960	4040	4130	4210	4300	
			0.32	2060	3380	3450	3530	3600	3670	3750	3820	3890	3970	4040	4110	
			0.83	1890	3320	3380	3440	3500	3560	3620	3670	3730	3790	3850	3910	
			0.95	1310	3240	3290	3340	3380	3430	3480	3520	3570	3610	3660	3710	
			BFL	1.26	939	3160	3190	3230	3260	3290	3330	3360	3390	3430	3460	3490
				3.81	774	3110	3140	3160	3190	3220	3250	3270	3300	3330	3360	3380
				6.83	608	3020	3040	3070	3090	3110	3130	3150	3170	3200	3220	3240

<sup>a</sup> $Y_1$  = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup> $Y_2$  = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 36x210	2250	TFL	0.00	2220	3210	3280	3360	3440	3520	3600	3680	3760	3840	3920	3990		
			2	0.34	1930	3160	3230	3300	3370	3430	3500	3570	3640	3710	3770	3840	
			3	0.68	1630	3110	3170	3220	3280	3340	3400	3450	3510	3570	3630	3680	
			4	1.02	1330	3050	3090	3140	3190	3240	3280	3330	3380	3420	3470	3520	
			BFL	1.36	1030	2980	3020	3050	3090	3130	3160	3200	3240	3270	3310	3350	
			6	5.06	794	2890	2920	2950	2980	3010	3030	3060	3090	3120	3150	3170	
			7	9.04	556	2740	2760	2780	2800	2820	2840	2860	2880	2900	2920	2940	
W 36x194	2070	TFL	0.00	2050	2940	3020	3090	3160	3230	3310	3380	3450	3520	3600	3670		
			2	0.32	1780	2900	2960	3030	3090	3150	3220	3280	3340	3400	3470	3530	
			3	0.63	1500	2850	2910	2960	3010	3070	3120	3170	3220	3280	3330	3380	
			4	0.95	1230	2800	2840	2890	2930	2970	3020	3050	3100	3150	3190	3230	
			BFL	1.26	953	2740	2770	2810	2840	2870	2910	2940	2970	3010	3040	3080	
			6	4.94	733	2660	2690	2710	2740	2760	2790	2820	2840	2870	2890	2920	
			7	8.93	513	2520	2540	2560	2580	2590	2610	2630	2650	2670	2680	2700	
W 36x182	1940	TFL	0.00	1930	2760	2820	2890	2960	3030	3100	3170	3230	3300	3370	3440		
			2	0.29	1670	2720	2780	2840	2890	2950	3010	3070	3130	3190	3250	3310	
			3	0.59	1420	2670	2720	2770	2820	2870	2920	2970	3020	3070	3120	3170	
			4	0.89	1160	2620	2660	2710	2750	2790	2830	2870	2910	2950	2990	3030	
			BFL	1.18	904	2570	2600	2630	2660	2700	2730	2760	2790	2820	2860	2890	
			6	4.89	693	2490	2520	2540	2570	2590	2620	2640	2670	2690	2720	2740	
			7	8.92	482	2360	2380	2400	2410	2430	2450	2460	2480	2500	2520	2530	
W 36x170	1800	TFL	0.00	1800	2560	2620	2690	2750	2820	2880	2940	3010	3070	3130	3200		
			2	0.28	1560	2520	2580	2640	2690	2750	2800	2860	2910	2960	3020	3080	
			3	0.55	1320	2480	2530	2580	2620	2670	2720	2770	2810	2860	2910	2950	
			4	0.83	1090	2440	2480	2520	2550	2590	2630	2670	2710	2750	2780	2820	
			BFL	1.10	847	2390	2420	2450	2480	2510	2540	2570	2600	2630	2660	2690	
			6	4.84	649	2320	2340	2370	2390	2410	2440	2460	2480	2500	2530	2550	
			7	8.89	450	2200	2210	2230	2240	2260	2280	2290	2310	2320	2340	2360	
W 36x160	1680	TFL	0.00	1690	2400	2460	2520	2580	2640	2700	2760	2820	2880	2940	3000		
			2	0.26	1470	2360	2420	2470	2520	2570	2630	2680	2730	2780	2830	2890	
			3	0.51	1250	2330	2370	2420	2460	2500	2550	2590	2640	2680	2730	2770	
			4	0.77	1030	2290	2320	2360	2400	2430	2470	2510	2540	2580	2610	2650	
			BFL	1.02	811	2240	2270	2300	2330	2360	2390	2410	2440	2470	2500	2530	
			6	4.82	617	2170	2200	2220	2240	2260	2290	2310	2330	2350	2370	2390	
			7	8.97	423	2050	2070	2080	2100	2110	2130	2140	2160	2170	2190	2200	

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 36x150	1570	TFL	0.00	1590	2250	2300	2360	2410	2470	2530	2580	2640	2700	2750	2810		
			2	0.24	1390	2220	2260	2310	2360	2410	2460	2510	2560	2610	2660	2710	
			3	0.47	1190	2180	2220	2270	2310	2350	2390	2430	2480	2520	2560	2600	
			4	0.71	983	2140	2180	2210	2250	2280	2320	2350	2390	2420	2460	2490	
			BFL	0.94	781	2100	2130	2160	2190	2220	2240	2270	2300	2330	2350	2380	
			6	4.83	589	2040	2060	2080	2100	2120	2140	2160	2190	2210	2230	2250	
			7	9.08	398	1920	1930	1950	1960	1970	1990	2000	2020	2030	2040	2060	
W 36x135	1370	TFL	0.00	1430	2000	2050	2100	2150	2200	2260	2310	2360	2410	2460	2510		
			2	0.20	1260	1980	2020	2070	2110	2160	2200	2240	2290	2330	2380	2420	
			3	0.40	1090	1950	1990	2030	2060	2100	2140	2180	2220	2260	2300	2330	
			4	0.59	919	1920	1950	1980	2020	2050	2080	2110	2150	2180	2210	2240	
			BFL	0.79	749	1890	1910	1940	1970	1990	2020	2050	2070	2100	2130	2150	
			6	4.96	553	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020	
			7	9.50	357	1690	1710	1720	1730	1740	1760	1770	1780	1790	1810	1820	
W 33x221	2310	TFL	0.00	2340	3140	3230	3310	3390	3470	3560	3640	3720	3810	3890	3970		
			2	0.32	1980	3090	3160	3230	3300	3370	3440	3510	3580	3650	3720	3790	
			3	0.64	1610	3020	3080	3140	3200	3250	3310	3370	3420	3480	3540	3600	
			4	0.96	1250	2950	3000	3040	3090	3130	3170	3220	3260	3310	3350	3400	
			BFL	1.28	889	2870	2900	2940	2970	3000	3030	3060	3090	3120	3160	3190	
			6	3.76	737	2820	2850	2860	2900	2930	2960	2980	3010	3030	3060	3090	
			7	6.48	585	2750	2770	2790	2810	2830	2850	2870	2890	2910	2930	2960	
W 33x201	2080	TFL	0.00	2130	2840	2910	2990	3070	3140	3220	3290	3370	3440	3520	3590		
			2	0.29	1800	2790	2850	2920	2980	3060	3110	3170	3240	3300	3360	3430	
			3	0.58	1480	2730	2790	2840	2890	2940	2990	3050	3100	3150	3200	3260	
			4	0.86	1150	2670	2710	2750	2790	2830	2870	2920	2960	3000	3040	3080	
			BFL	1.15	824	2600	2630	2660	2690	2720	2750	2780	2810	2830	2860	2890	
			6	3.67	678	2560	2580	2600	2630	2650	2680	2700	2720	2750	2770	2800	
			7	6.51	532	2480	2500	2520	2540	2560	2580	2600	2620	2630	2650	2670	
W 33x141	1390	TFL	0.00	1500	1980	2030	2080	2140	2190	2240	2300	2350	2400	2460	2510		
			2	0.24	1300	1950	1990	2040	2090	2130	2180	2220	2270	2320	2360	2410	
			3	0.48	1100	1920	1950	1990	2030	2070	2110	2150	2190	2230	2270	2300	
			4	0.72	900	1880	1910	1940	1970	2010	2040	2070	2100	2130	2170	2200	
			BFL	0.96	700	1840	1860	1890	1910	1940	1960	1990	2010	2040	2060	2090	
			6	4.31	537	1790	1810	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	
			7	8.05	374	1690	1710	1720	1730	1740	1760	1770	1780	1800	1810	1820	

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>a</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 33x130	1260	TFL	0.00	1380	1310	1860	1910	1960	2010	2060	2100	2150	2200	2250	2300		
		2	0.21	1200	1780	1830	1870	1910	1950	2000	2040	2080	2130	2170	2210		
		3	0.43	1020	1760	1790	1830	1860	1900	1940	1970	2010	2050	2080	2120		
		4	0.64	847	1720	1750	1730	1810	1840	1870	1900	1930	1960	1990	2020		
		BFL	0.86	670	1690	1710	1740	1760	1760	1810	1830	1860	1880	1900	1930		
		6	4.39	507	1640	1660	1670	1690	1710	1730	1750	1760	1780	1800	1820		
		7	8.29	345	1540	1550	1570	1580	1590	1600	1610	1630	1640	1650	1660		
W 33x118	1120	TFL	0.00	1250	1630	1680	1720	1760	1810	1850	1900	1940	1980	2030	2070		
		2	0.19	1100	1610	1650	1690	1720	1760	1800	1840	1880	1920	1960	2000		
		3	0.37	943	1580	1620	1650	1680	1720	1750	1780	1820	1850	1880	1920		
		4	0.56	790	1560	1580	1610	1640	1670	1700	1720	1750	1780	1810	1840		
		BFL	0.74	638	1530	1550	1570	1600	1620	1640	1660	1690	1710	1730	1750		
		6	4.44	475	1480	1490	1510	1530	1540	1560	1580	1590	1610	1630	1650		
		7	8.54	312	1380	1390	1400	1410	1420	1430	1450	1460	1470	1480	1490		
W 30x116	1020	TFL	0.00	1230	1490	1530	1570	1610	1660	1700	1740	1790	1830	1880	1920		
		2	0.21	1070	1460	1500	1530	1570	1610	1650	1690	1720	1760	1800	1840		
		3	0.42	910	1430	1460	1500	1530	1560	1590	1630	1660	1690	1720	1750		
		4	0.64	749	1400	1430	1460	1480	1510	1540	1560	1590	1620	1640	1670		
		BFL	0.85	589	1370	1390	1410	1440	1460	1480	1500	1520	1540	1560	1580		
		6	3.98	448	1330	1350	1360	1380	1390	1410	1430	1440	1460	1470	1490		
		7	7.44	308	1250	1260	1270	1290	1300	1310	1320	1330	1340	1350	1360		
W 30x108	934	TFL	0.00	1140	1370	1410	1450	1490	1530	1570	1610	1650	1690	1730	1770		
		2	0.19	998	1350	1380	1420	1450	1490	1520	1560	1590	1630	1660	1700		
		3	0.38	855	1320	1350	1380	1410	1440	1470	1500	1530	1570	1600	1630		
		4	0.57	711	1300	1320	1350	1370	1400	1420	1450	1470	1500	1520	1550		
		BFL	0.76	568	1270	1290	1310	1330	1350	1370	1390	1410	1430	1450	1470		
		6	4.04	427	1230	1240	1260	1270	1290	1300	1320	1330	1350	1360	1380		
		7	7.64	285	1150	1160	1170	1180	1190	1200	1210	1220	1230	1240	1250		
W 30x 99	842	TFL	0.00	1050	1250	1290	1320	1360	1400	1430	1470	1510	1550	1580	1620		
		2	0.17	922	1230	1260	1300	1330	1360	1390	1430	1460	1490	1520	1560		
		3	0.34	796	1210	1240	1270	1290	1320	1350	1380	1410	1440	1460	1490		
		4	0.50	670	1190	1210	1240	1250	1280	1310	1330	1350	1380	1400	1430		
		BFL	0.67	543	1170	1180	1200	1220	1240	1260	1280	1300	1320	1340	1360		
		6	4.07	403	1120	1140	1150	1170	1180	1190	1210	1220	1240	1250	1270		
		7	7.83	262	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>a</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 27x102	824	TFL	0.00	1080	1190	1230	1270	1300	1340	1360	1420	1460	1500	1530	1570		
		2	0.21	930	1170	1200	1230	1270	1300	1330	1360	1400	1430	1460	1500		
		3	0.42	781	1140	1170	1200	1230	1250	1280	1310	1340	1360	1390	1420		
		4	0.62	631	1120	1140	1160	1180	1210	1230	1250	1270	1290	1320	1340		
		BFL	0.83	482	1090	1100	1120	1140	1160	1170	1190	1210	1220	1240	1260		
		6	3.41	376	1060	1070	1080	1100	1110	1120	1140	1150	1160	1180	1190		
		7	6.26	270	1010	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100		
W 27x 94	751	TFL	0.00	997	1090	1130	1160	1200	1230	1270	1300	1340	1370	1410	1450		
		2	0.19	863	1070	1100	1130	1160	1190	1230	1260	1290	1320	1350	1380		
		3	0.37	729	1050	1080	1100	1130	1150	1180	1210	1230	1260	1280	1310		
		4	0.56	595	1030	1050	1070	1090	1110	1130	1150	1170	1200	1220	1240		
		BFL	0.75	461	1000	1020	1030	1050	1070	1080	1100	1120	1130	1150	1170		
		6	3.39	355	972	985	997	1010	1020	1040	1050	1060	1070	1090	1100		
		7	6.39	249	921	929	938	947	958	965	974	982	991	1000	1010		
W 27x 84	659	TFL	0.00	693	971	1000	1030	1070	1100	1130	1160	1190	1220	1260	1290		
		2	0.16	778	954	982	1010	1040	1060	1090	1120	1150	1170	1200	1230		
		3	0.32	663	936	959	983	1010	1030	1050	1080	1100	1120	1150	1170		
		4	0.48	549	916	936	955	975	994	1010	1030	1050	1070	1090	1110		
		BFL	0.64	434	896	911	928	942	957	972	988	1000	1020	1030	1050		
		6	3.44	329	866	876	890	901	913	925	936	948	960	971	983		
		7	6.62	223	814	822	830	838	846	854	861	869	877	885	893		
W 24x 76	540	TFL	0.00	806	797	626	855	883	912	940	969	997	1030	1050	1080		
		2	0.17	696	781	806	830	855	880	904	929	954	978	1000	1030		
		3	0.34	586	764	784	805	828	847	867	888	909	930	950	971		
		4	0.51	476	745	762	778	795	812	829	848	863	880	896	913		
		BFL	0.68	368	724	737	750	763	778	789	802	815	828	841	854		
		6	3.00	264	703	713	723	733	743	753	763	773	783	793	803		
		7	5.80	202	666	673	680	687	694	702	709	716	723	730	737		
W 24x 68	478	TFL	0.00	724	711	736	762	788	813	839	864	890	916	941	967		
		2	0.15	629	697	719	741	764	786	808	830	853	875	897	920		
		3	0.29	535	682	701	720	739	758	777	796	815	833	852	871		
		4	0.44	440	666	682	697	713	729	744	760	775	791	807	822		
		BFL	0.59	348	649	662	674	686	698	711	723	735	747	760	772		
		6	3.05	263	628	637	646	656	665	674	684	693	702	712	721		
		7	5.81	181	590	596	603	609	616	622	628	635	641	648	654		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	$\gamma_1^a$ In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					$\gamma_2^b$ (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 24x82	413	TFL	0.00	655	644	667	690	713	737	760	783	808	829	855	876		
		2	0.15	580	633	653	674	694	715	736	756	777	797	818	838		
		3	0.29	505	621	639	657	675	693	711	728	746	764	782	800		
		4	0.44	431	608	624	639	654	669	685	700	715	731	746	761		
		BFL	0.59	356	595	608	620	633	646	658	671	683	696	709	721		
		6	3.47	260	568	577	587	596	605	614	623	633	642	651	660		
		7	6.58	164	520	526	532	538	543	549	555	561	567	572	578		
W 24x55	362	TFL	0.00	583	569	590	611	631	652	673	693	714	735	755	776		
		2	0.13	520	560	579	597	615	634	652	671	689	707	726	744		
		3	0.25	456	550	566	583	599	615	631	647	663	679	696	712		
		4	0.38	392	540	554	558	582	595	609	623	637	651	665	679		
		BFL	0.51	329	529	540	552	564	575	587	599	610	622	634	645		
		6	3.45	237	504	512	520	529	537	546	554	562	571	579	588		
		7	6.66	146	458	463	468	474	479	484	489	494	499	505	510		
W 21x62	389	TFL	0.00	659	583	606	630	653	676	700	723	746	770	793	816		
		2	0.15	568	570	590	610	630	650	670	690	710	730	751	771		
		3	0.31	476	555	572	589	606	623	640	656	673	690	707	724		
		4	0.46	385	540	553	567	581	594	608	622	635	649	663	676		
		BFL	0.62	294	523	534	544	555	565	575	586	596	607	617	628		
		6	2.53	229	507	516	524	532	540	548	556	564	572	581	589		
		7	4.78	165	482	487	493	499	505	511	517	522	528	534	540		
W 21x57	348	TFL	0.00	601	534	555	576	597	619	640	661	683	704	725	747		
		2	0.16	525	522	541	559	578	597	615	634	652	671	689	708		
		3	0.33	448	510	526	542	558	574	589	605	621	637	653	669		
		4	0.49	371	497	510	523	536	550	563	576	589	602	615	628		
		BFL	0.65	294	483	493	504	514	525	535	546	556	566	577	587		
		6	2.90	222	464	472	480	488	496	504	511	519	527	535	543		
		7	5.38	150	433	438	443	449	454	459	465	470	475	481	486		
W 21x50	297	TFL	0.00	529	465	484	503	522	540	559	578	597	615	634	653		
		2	0.13	466	456	473	489	506	522	539	555	572	588	605	621		
		3	0.27	403	446	461	475	489	504	518	532	546	561	575	589		
		4	0.40	341	436	448	460	472	484	496	508	520	532	545	557		
		BFL	0.54	278	425	435	445	454	464	474	484	494	504	513	523		
		6	2.92	205	406	413	421	428	435	442	450	457	464	472	479		
		7	5.58	132	374	379	383	388	393	397	402	407	411	416	421		

<sup>a</sup> $\gamma_1$  = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup> $\gamma_2$  = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	$\gamma_1^a$ In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					$\gamma_2^b$ (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 21x44	258	TFL	0.00	468	409	425	442	458	475	492	508	525	541	558	574		
		2	0.11	415	401	416	430	445	460	475	489	504	519	533	548		
		3	0.23	363	393	406	419	432	444	457	470	483	496	509	521		
		4	0.34	310	384	395	406	417	428	439	450	461	472	483	494		
		BFL	0.45	257	376	385	394	403	412	421	430	439	448	458	467		
		6	2.90	187	358	364	371	378	384	391	398	404	411	417	424		
		7	5.69	127	326	331	335	339	343	347	351	355	360	364	368		
W 18x60	332	TFL	0.00	634	499	522	544	566	589	611	634	656	679	701	723		
		2	0.17	539	485	504	523	542	561	581	600	619	638	657	676		
		3	0.35	445	470	486	501	517	533	549	564	580	596	612	627		
		4	0.52	350	454	466	478	491	503	516	528	540	553	565	578		
		BFL	0.70	256	436	445	454	463	472	481	491	500	509	518	527		
		6	2.19	207	424	432	439	446	454	461	468	476	483	490	498		
		7	3.82	158	407	413	418	424	430	435	441	447	452	458	463		
W 18x55	302	TFL	0.00	583	457	477	498	519	539	560	581	601	622	643	663		
		2	0.16	498	444	462	479	497	515	532	550	568	585	603	620		
		3	0.32	412	431	445	480	474	489	504	518	533	547	562	577		
		4	0.47	327	416	428	439	451	462	474	486	497	509	520	532		
		BFL	0.63	242	401	409	418	426	435	443	452	461	469	478	486		
		6	2.16	194	389	396	403	410	417	424	430	437	444	451	458		
		7	3.86	146	372	377	383	388	393	398	403	408	414	419	424		
W 18x50	273	TFL	0.00	529	412	431	450	468	487	506	525	543	562	581	600		
		2	0.14	452	401	417	433	449	465	481	497	513	529	545	561		
		3	0.29	375	389	402	415	429	442	455	469	482	495	508	522		
		4	0.43	299	376	387	397	408	418	429	439	450	461	471	482		
		BFL	0.57	222	362	370	378	386	394	402	409	417	425	433	441		
		6	2.07	177	352	358	365	371	377	383	390	396	402	408	415		
		7	3.82	132	336	341	346	350	355	360	365	369	374	379	383		
W 18x46	245	TFL	0.00	486	380	397	414	431	449	466	483	500	517	535	552		
		2	0.15	420	370	385	400	415	430	444	459	474	489	504	519		
		3	0.30	354	360	372	385	397	410	422	435	447	460	472	485		
		4	0.45	288	348	359	369	379	389	399	410	420	430	440	450		
		BFL	0.61	222	337	345	352	360	368	376	384	392	400	407	415		
		6	2.40	172	324	330	336	343	349	355	361	367	373	379	385		
		7	4.34	122	305	310	314	318	322	327	331	335	340	344	348		

<sup>a</sup> $\gamma_1$  = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup> $\gamma_2$  = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi_b = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 18x40	212	TFL	0.00	425	329	345	360	375	390	405	420	435	450	465	480		
		2	0.13	368	321	334	347	360	373	386	399	412	425	438	451		
		3	0.26	311	312	323	334	345	356	367	378	389	400	411	423		
		4	0.39	254	303	312	321	330	339	348	357	366	375	384	393		
		BFL	0.53	197	293	300	307	314	321	328	335	342	349	356	363		
		6	2.26	152	282	288	293	298	304	309	315	320	325	331	336		
		7	4.27	106	265	269	273	277	280	284	288	292	295	299	303		
W 18x35	180	TFL	0.00	371	285	298	311	324	338	351	364	377	390	403	416		
		2	0.11	325	278	290	301	313	324	336	347	359	370	382	393		
		3	0.21	279	271	281	291	301	311	321	331	340	350	360	370		
		4	0.32	233	264	272	280	289	297	305	313	322	330	338	346		
		BFL	0.43	187	256	263	269	276	283	289	296	303	309	316	323		
		6	2.37	140	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295		
		7	4.56	92.7	227	230	233	237	240	243	246	250	253	255	260		
W 16x36	173	TFL	0.00	382	268	282	295	309	322	336	349	363	377	390	404		
		2	0.11	328	261	272	284	295	307	319	330	342	353	365	377		
		3	0.22	273	252	262	272	281	291	301	310	320	330	339	349		
		4	0.32	219	244	251	259	267	275	282	290	298	306	314	321		
		BFL	0.43	165	234	240	246	252	258	264	270	275	281	287	293		
		6	1.79	130	227	232	236	241	245	250	255	259	264	268	273		
		7	3.44	95.4	215	219	222	226	229	232	236	239	243	246	249		
W 16x31	146	TFL	0.00	328	231	243	254	266	278	289	301	313	324	336	347		
		2	0.11	285	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315	326		
		3	0.22	241	218	227	235	244	252	261	269	278	286	295	303		
		4	0.33	197	211	218	225	232	239	246	253	260	267	274	281		
		BFL	0.44	153	204	209	214	220	225	231	236	242	247	253	258		
		6	2.00	118	196	200	204	208	212	217	221	225	229	233	237		
		7	3.79	82.1	183	186	189	192	195	198	201	204	207	209	212		
W 16x26	119	TFL	0.00	276	193	203	212	222	232	242	252	261	271	281	291		
		2	0.09	242	188	196	205	214	222	231	239	248	257	265	274		
		3	0.17	208	183	190	197	205	212	220	227	234	242	249	256		
		4	0.26	174	177	184	190	196	202	209	214	220	227	233	239		
		BFL	0.35	140	172	177	182	187	192	197	202	206	211	216	221		
		6	2.04	104	164	168	171	175	179	182	186	190	194	197	201		
		7	4.01	69.1	151	154	156	159	181	164	166	169	171	173	176		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi_b = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 14x38	166	TFL	0.00	403	258	273	287	301	316	330	344	358	373	387	401		
		2	0.13	340	249	261	273	285	298	310	322	334	346	358	370		
		3	0.26	278	240	249	259	269	279	289	299	308	318	328	338		
		4	0.39	215	229	237	244	252	260	267	275	283	290	298	305		
		BFL	0.52	152	218	224	229	234	240	245	251	256	261	267	272		
		6	1.38	126	213	218	222	226	231	235	240	244	249	253	258		
		7	2.53	101	206	209	213	217	220	224	227	231	234	238	242		
W 14x34	147	TFL	0.00	360	229	242	255	267	280	293	306	318	331	344	357		
		2	0.11	305	221	232	243	254	264	275	286	297	308	318	329		
		3	0.23	250	213	222	230	239	248	257	266	275	283	292	301		
		4	0.34	194	204	211	218	224	231	238	245	252	259	266	273		
		BFL	0.46	139	134	199	204	209	214	219	224	229	234	239	244		
		6	1.41	115	189	193	197	202	206	210	214	218	222	226	230		
		7	2.60	90.0	182	186	189	192	195	198	202	205	208	211	214		
W 14x30	128	TFL	0.00	319	201	213	224	235	246	258	269	280	292	303	314		
		2	0.10	272	195	204	214	223	233	243	252	262	272	281	291		
		3	0.19	225	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267		
		4	0.29	179	180	186	193	199	205	212	218	224	231	237	243		
		BFL	0.39	132	172	177	182	186	191	196	200	205	210	214	219		
		6	1.48	106	167	171	174	178	182	186	189	193	197	201	204		
		7	2.82	79.7	159	162	165	168	171	173	176	179	182	185	187		
W 14x26	109	TFL	0.00	277	176	185	195	205	215	225	234	244	254	264	274		
		2	0.11	239	170	179	187	195	204	212	221	229	238	246	255		
		3	0.21	201	164	171	179	186	193	200	207	214	221	228	235		
		4	0.32	163	158	164	170	175	181	187	193	199	204	210	216		
		BFL	0.42	125	152	156	161	165	170	174	178	183	187	192	196		
		6	1.67	97.0	146	149	153	156	160	163	167	170	173	177	180		
		7	3.19	69.2	137	140	142	145	147	149	152	154	157	159	162		
W 14x22	89.6	TFL	0.00	234	147	155	163	172	180	188	196	205	213	221	230		
		2	0.08	203	142	150	157	164	171	178	186	193	200	207	215		
		3	0.17	173	138	144	150	156	162	169	175	181	187	193	199		
		4	0.25	143	133	138	143	148	153	159	164	169	174	179	184		
		BFL	0.34	113	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168		
		6	1.69	85.7	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150	153		
		7	3.34	58.4	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	135		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.



COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup>	$\Sigma Q_n$	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					Kip-ft	In.	Kips	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
W 12x30	116.	TFL	0.00	316	183	194	206	217	228	239	250	262	273	284	295		
		2	0.11	265	176	185	194	204	213	223	232	241	251	260	269		
		3	0.22	213	168	175	183	190	198	205	213	221	228	236	243		
		4	0.33	162	159	165	171	177	182	188	194	199	205	211	217		
		BFL	0.44	110	151	155	158	162	166	170	174	178	182	186	190		
		6	1.12	94.5	148	151	154	158	161	164	168	171	174	178	181		
		7	1.94	79.1	144	147	149	152	155	158	161	163	166	169	172		
W 12x26	100	TFL	0.00	275	158	168	178	187	197	207	217	226	236	246	256		
		2	0.10	231	152	160	168	176	184	193	201	209	217	225	234		
		3	0.19	187	145	152	158	165	171	178	185	191	198	205	211		
		4	0.29	142	138	143	148	153	158	163	168	173	178	183	188		
		BFL	0.38	97.8	131	134	138	141	145	148	151	155	158	162	165		
		6	1.08	83.3	128	131	134	137	140	143	146	149	151	154	157		
		7	1.95	68.9	124	127	129	132	134	136	139	141	144	146	149		
W 12x22	79.1	TFL	0.00	233	135	143	151	160	168	176	184	193	201	209	217		
		2	0.11	202	130	137	145	152	159	166	173	180	188	195	202		
		3	0.21	172	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186		
		4	0.32	141	121	126	131	136	141	146	151	156	160	165	170		
		BFL	0.43	110	115	119	123	127	131	135	139	143	147	150	154		
		6	1.66	84.1	110	113	116	119	122	125	128	131	134	137	140		
		7	3.04	58.3	102	104	106	108	110	112	114	116	119	121	123		
W 12x19	66.7	TFL	0.00	201	115	122	129	136	143	150	157	164	172	179	186		
		2	0.09	175	111	117	124	130	136	142	148	155	161	167	173		
		3	0.18	150	107	113	118	123	129	134	139	145	150	155	160		
		4	0.26	125	103	108	112	117	121	125	130	134	139	143	148		
		BFL	0.35	99.6	99.2	103	106	110	113	117	120	124	127	131	134		
		6	1.66	74.9	94.0	96.7	99.3	102	105	107	110	113	115	118	121		
		7	3.12	50.1	86.3	88.1	89.9	91.7	93.5	95.2	97.0	98.8	101	102	104		
W 12x16	54.3	TFL	0.00	170	96.0	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156		
		2	0.07	151	93.3	98.6	104	109	115	120	125	131	136	141	147		
		3	0.13	131	90.5	95.1	99.8	104	109	114	118	123	128	132	137		
		4	0.20	112	87.5	91.5	95.5	99.5	103	107	111	115	119	123	127		
		BFL	0.26	93.4	84.5	87.8	91.1	94.5	97.8	101	104	108	111	114	118		
		6	1.71	67.9	79.2	81.6	84.0	86.4	88.8	91.2	93.6	96.1	98.5	101	103		
		7	3.32	42.4	71.1	72.6	74.1	75.6	77.1	78.6	80.1	81.6	83.1	84.6	86.1		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$

$\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup>	$\Sigma Q_n$	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					Kip-ft	In.	Kips	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
W 12x14	47.0	TFL	0.00	150	84.4	89.7	95.0	100	106	111	116	122	127	132	137		
		2	0.06	134	82.1	88.8	91.5	96.3	101	106	110	115	120	125	129		
		3	0.11	118	79.7	83.9	88.0	92.2	96.4	101	105	109	113	117	121		
		4	0.17	102	77.3	80.9	84.5	88.1	91.6	95.2	98.8	102	106	110	113		
		BFL	0.23	85.4	74.8	77.8	80.8	83.8	86.9	89.9	92.9	95.9	99.0	102	105		
		6	1.69	61.4	69.8	72.0	74.2	76.4	78.5	80.7	82.9	85.1	87.2	89.4	91.6		
		7	3.36	37.4	62.2	63.5	64.8	66.1	67.5	68.8	70.1	71.4	72.8	74.1	75.4		
W 10x26	84.5	TFL	0.00	274	139	149	158	168	178	188	197	207	217	226	236		
		2	0.11	228	132	140	149	157	165	173	181	189	197	205	213		
		3	0.22	183	125	132	138	145	151	158	164	171	177	184	190		
		4	0.33	137	118	123	128	133	137	142	147	152	157	162	166		
		BFL	0.44	91.2	110	114	117	120	123	126	130	133	138	139	143		
		6	0.90	79.8	108	111	114	117	119	122	125	128	131	134	136		
		7	1.51	68.5	106	108	110	113	115	118	120	123	125	127	130		
W 10x22	70.2	TFL	0.00	234	117	126	134	142	150	159	167	175	183	192	200		
		2	0.09	198	112	119	126	133	140	147	154	161	167	174	181		
		3	0.18	159	106	112	117	123	129	134	140	146	151	157	163		
		4	0.27	122	100	105	109	113	118	122	126	131	135	139	144		
		BFL	0.36	84.6	94.2	97.2	100	103	106	109	112	115	118	121	124		
		6	0.95	71.5	91.8	94.3	96.9	99.4	102	104	107	110	112	115	117		
		7	1.70	58.4	88.7	90.8	92.9	94.9	97.0	99.1	101	103	105	107	109		
W 10x19	58.3	TFL	0.00	202	102	109	116	124	131	138	145	152	159	167	174		
		2	0.10	174	97.9	104	110	116	123	129	135	141	147	153	159		
		3	0.20	145	93.5	98.7	104	109	114	119	124	130	135	140	145		
		4	0.30	117	89.0	93.1	97.2	101	106	110	114	118	122	126	130		
		BFL	0.40	88.0	84.2	87.4	90.5	93.6	96.7	99.8	103	106	109	112	115		
		6	1.27	69.3	80.5	83.0	85.4	87.9	90.4	92.8	95.3	97.7	100	103	105		
		7	2.31	50.6	75.5	77.3	79.1	80.9	82.7	84.5	86.3	88.1	89.8	91.6	93.4		
W 10x17	50.5	TFL	0.00	180	89.8	96.1	102	109	115	122	128	134	141	147	153		
		2	0.08	156	86.3	91.8	97.4	103	108	114	119	125	130	136	142		
		3	0.17	132	82.7	87.4	92.1	96.8	101	106	111	115	120	125	129		
		4	0.25	108	79.0	82.9	86.7	90.5	94.3	98.2	102	106	110	114	117		
		BFL	0.33	84.4	75.2	78.1	81.1	84.1	87.1	90.1	93.1	96.1	99.1	102	105		
		6	1.31	64.6	71.3	73.6	75.8	78.1	80.4	82.7	85.0	87.3	89.6	91.9	94.2		
		7	2.46	44.9	65.8	67.4	69.0	70.8	72.2	73.8	75.4	77.0	78.6	80.2	81.7		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 10x15	43.2	TFL	0.00	159	78.7	84.3	89.9	95.5	101	107	112	118	124	129	135		
		2	0.07	139	75.9	80.8	85.7	90.7	95.8	101	105	110	115	120	125		
		3	0.14	120	73.0	77.2	81.5	85.7	90.0	94.2	98.4	103	107	111	115		
		4	0.20	100	70.0	73.5	77.1	80.7	84.2	87.8	91.3	94.9	98.4	102	106		
		BFL	0.27	81.0	66.9	69.8	72.8	75.5	78.4	81.2	84.1	87.0	89.9	92.7	95.6		
		6	1.35	60.3	62.9	65.0	67.1	69.3	71.4	73.5	75.7	77.8	80.0	82.1	84.2		
		7	2.60	39.7	57.0	58.4	59.9	61.3	62.7	64.1	65.5	66.9	68.3	69.7	71.1		
W 10x12	34.0	TFL	0.00	127	62.6	67.1	71.6	76.1	80.7	85.2	89.7	94.2	98.7	103	108		
		2	0.05	112	60.5	64.4	68.4	72.4	76.4	80.4	84.4	88.3	92.3	96.3	100		
		3	0.11	97.5	58.2	61.7	65.2	68.6	72.1	75.5	79.0	82.4	85.9	89.3	92.8		
		4	0.16	82.5	56.0	58.9	61.8	64.8	67.7	70.6	73.5	76.5	79.4	82.3	85.2		
		BFL	0.21	67.6	53.7	56.1	58.5	60.9	63.2	65.6	68.0	70.4	72.8	75.2	77.6		
		6	1.30	49.7	50.3	52.0	53.8	55.5	57.3	59.1	60.8	62.6	64.3	66.1	67.9		
		7	2.61	31.9	45.3	46.4	47.5	48.6	49.8	50.9	52.0	53.2	54.3	55.4	56.5		
W 8x28	73.4	TFL	0.00	297	127	137	148	158	169	179	190	200	211	222	232		
		2	0.12	242	119	127	136	145	153	162	170	179	188	196	205		
		3	0.23	188	110	117	124	130	137	144	150	157	164	170	177		
		4	0.35	133	102	106	111	116	120	125	130	135	139	144	149		
		BFL	0.47	78.2	92.3	95.0	97.8	101	103	106	109	112	114	117	120		
		6	0.53	76.2	91.9	94.6	97.3	100	103	105	108	111	114	116	119		
		7	0.59	74.3	91.5	94.2	96.8	99.4	102	105	107	110	113	115	118		
W 8x24	62.6	TFL	0.00	255	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198		
		2	0.10	208	101	108	116	123	130	138	145	152	160	167	175		
		3	0.20	161	93.8	99.5	105	111	117	122	128	134	139	145	151		
		4	0.30	115	86.3	90.4	94.4	98.5	103	107	111	115	119	123	127		
		BFL	0.40	67.8	78.5	80.9	83.3	85.7	88.2	90.6	93.0	95.4	97.8	100	103		
		6	0.47	65.8	78.2	80.5	82.8	85.2	87.5	89.8	92.2	94.5	96.8	99.2	101		
		7	0.55	63.7	77.8	80.1	82.3	84.6	86.9	89.1	91.4	93.6	95.9	98.1	100		
W 8x21	55.1	TFL	0.00	222	96.4	104	112	120	128	136	144	151	159	167	175		
		2	0.10	184	90.9	97.4	104	110	117	123	130	137	143	150	156		
		3	0.20	146	85.2	90.3	95.5	101	106	111	116	121	126	132	137		
		4	0.30	108	79.1	82.9	86.8	90.6	94.4	98.2	102	106	110	114	117		
		BFL	0.40	70.0	72.8	75.3	77.8	80.2	82.7	85.2	87.7	90.1	92.6	95.1	97.6		
		6	0.70	62.7	71.5	73.7	75.9	78.1	80.4	82.8	84.8	87.0	89.3	91.5	93.7		
		7	1.06	55.4	70.0	72.0	73.9	75.9	77.9	79.8	81.8	83.8	85.7	87.7	89.6		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

COMPOSITE DESIGN  
COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE  
W Shapes

$\phi = 0.85$   $\phi_b = 0.90$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)												
					Y2 <sup>b</sup> (in.)												
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 8x18	45.9	TFL	0.00	189	81.4	88.1	94.8	102	108	115	122	128	135	142	148		
		2	0.08	158	76.9	82.5	88.1	93.7	99.3	105	111	116	122	127	133		
		3	0.17	127	72.2	76.7	81.2	85.7	90.2	94.7	99.2	104	108	113	117		
		4	0.25	95.8	67.3	70.7	74.1	77.5	80.9	84.3	87.7	91.1	94.5	97.9	101		
		BFL	0.33	64.6	62.3	64.8	68.9	69.2	71.4	73.7	76.0	78.3	80.6	82.9	85.2		
		6	0.71	58.0	60.7	62.7	64.7	66.7	68.7	70.7	72.6	74.6	76.6	78.6	80.6		
		7	1.21	47.3	58.9	60.8	62.3	64.0	65.6	67.3	69.0	70.7	72.4	74.0	75.7		
W 8x15	36.7	TFL	0.00	160	68.6	74.2	79.9	85.5	91.2	96.9	103	108	114	120	125		
		2	0.08	137	65.3	70.1	75.0	79.8	84.7	89.5	94.4	99.2	104	109	114		
		3	0.16	114	61.9	65.9	69.9	74.0	78.0	82.1	86.1	90.2	94.2	98.3	102		
		4	0.24	91.5	58.3	61.8	64.8	68.0	71.3	74.5	77.8	81.0	84.2	87.5	90.7		
		BFL	0.32	68.8	54.6	57.1	59.5	61.9	64.4	66.8	69.3	71.7	74.1	76.6	79.0		
		6	0.97	54.4	52.0	53.9	55.8	57.7	59.7	61.6	63.5	65.4	67.4	69.3	71.2		
		7	1.79	40.0	48.5	49.9	51.3	52.8	54.2	55.6	57.0	58.4	59.8	61.2	62.7		
W 8x13	30.8	TFL	0.00	138	58.7	63.6	68.5	73.4	78.3	83.2	88.1	93.0	97.9	103	108		
		2	0.08	120	56.1	60.3	64.6	68.8	73.0	77.3	81.5	85.8	90.0	94.3	98.5		
		3	0.13	102	53.3	56.9	60.5	64.1	67.7	71.3	74.9	78.5	82.1	85.7	89.3		
		4	0.19	83.2	50.5	53.5	56.4	59.4	62.3	65.3	68.2	71.1	74.1	77.0	80.0		
		BFL	0.26	64.8	47.6	49.9	52.2	54.5	56.8	59.1	61.4	63.7	66.0	68.3	70.6		
		6	1.00	49.7	44.9	46.6	48.4	50.1	51.9	53.7	55.4	57.2	58.9	60.7	62.5		
		7	1.91	34.6	41.2	42.4	43.6	44.8	46.1	47.3	48.5	49.7	51.0	52.2	53.4		
W 8x10	23.9	TFL	0.00	107	44.9	48.6	52.4	56.2	60.0	63.7	67.5	71.3	75.1	78.8	82.6		
		2	0.05	92.0	42.8	46.0	49.3	52.6	55.8	59.1	62.3	65.6	68.9	72.1	75.4		
		3	0.10	77.5	40.6	43.4	46.1	48.9	51.6	54.4	57.1	59.9	62.6	65.3	68.1		
		4	0.15	62.9	38.5	40.7	42.9	45.1	47.4	49.6	51.8	54.1	56.3	58.5	60.7		
		BFL	0.21	48.4	36.2	37.9	39.6	41.4	43.1	44.6	46.5	48.2	49.9	51.6	53.4		
		6	0.88	37.5	34.3	35.6	36.9	38.3	39.6	40.9	42.2	43.6	44.9	46.2	47.6		
		7	1.77	26.6	31.7	32.7	33.6	34.5	35.5	36.4	37.4	38.3	39.3	40.2	41.1		

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

KOLOM KOMPOSIT

TABEL PEMOLIHAN

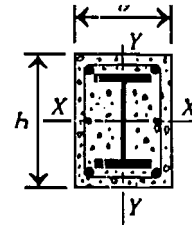
## COMPOSITE COLUMNS W Shapes Encased in Concrete

Concentric design strengths in the tables that follow are tabulated for the effective length  $KL$  in feet, listed at the left of each table. They are applicable to axially loaded members with respect to their minor axis in accordance with Sect. I2.2 of the LRFD Specification. Two steel yield stresses,  $F_y = 36$  ksi and  $F_y = 50$  ksi, and three concrete strengths,  $f'_c = 3.5$  ksi,  $f'_c = 5$  ksi and  $f'_c = 8$  ksi, are covered. The tables apply to normal weight concrete. All reinforcing steel is Gr. 60; however,  $F_{yr} = 55$  ksi is used in the calculation of  $\phi P_n$  in accordance with LRFD Specification Sect. I2.1.

Each W shape is embedded in concrete of a square or rectangular cross section reinforced with four longitudinal reinforcing bars placed in the four corners and with lateral ties spaced as required in Sect. I2.1. For the design of additional confinement reinforcement, see LRFD Specification Sect. I2.1b. The size of the concrete section was selected so as to provide at least the minimum required cover over the reinforcing bars in the column with the largest shape of the group of five listed on any one page.

For discussion of the effective length, range of  $Kl/r$ , strength about the major axis, combined axial and bending strength, and for sample problems, see "Composite Columns, General Notes."

The properties listed at the bottom of each table are for use in checking strength about the strong axis and in design for combined axial load and bending.



**COMPOSITE COLUMNS**  
W Shapes  
 $f'_c = 3.5$  ksi  
All reinforcing steel is Grade 60  
Axial design strength in kips

$F_y = 50$  ksi

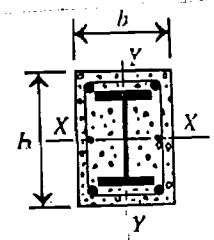
Size $b \times h$		24 in. $\times$ 26 in.									
Reinf. bars		4-#11 bars									
Ties		#4 bars spaced 16 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 14									
	Wt./ft	426		398		370		342		311	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length in ft $KL$ with respect to least radius of gyration $r_{my}$	0	4910	6400	4680	6070	4450	5740	4220	5420	3940	5030
	6	4880	6340	4650	6020	4420	5700	4190	5370	3910	4990
	7	4870	6330	4640	6000	4410	5680	4180	5360	3910	4970
	8	4850	6300	4630	5980	4400	5660	4170	5340	3890	4950
	9	4840	6280	4610	5960	4380	5640	4160	5320	3880	4930
	10	4820	6250	4600	5930	4370	5620	4140	5300	3870	4910
	11	4810	6220	4580	5910	4350	5590	4130	5270	3850	4890
	12	4790	6190	4560	5880	4340	5560	4110	5240	3840	4860
	13	4770	6160	4540	5840	4320	5530	4090	5210	3820	4830
	14	4750	6120	4520	5810	4300	5490	4070	5180	3800	4800
	15	4720	6080	4500	5770	4270	5460	4050	5150	3780	4770
	16	4700	6040	4470	5730	4250	5420	4030	5110	3760	4740
	17	4670	5990	4450	5690	4230	5380	4000	5070	3740	4700
	18	4640	5950	4420	5640	4200	5340	3980	5030	3710	4660
	19	4610	5900	4390	5590	4170	5290	3950	4990	3690	4620
	20	4580	5850	4360	5540	4140	5240	3930	4940	3660	4580
	22	4520	5740	4300	5440	4080	5140	3870	4850	3610	4490
	24	4440	5620	4230	5330	4020	5040	3800	4750	3550	4400
	26	4370	5490	4160	5210	3950	4920	3740	4640	3480	4300
	28	4290	5360	4080	5080	3870	4800	3660	4520	3420	4190
30	4200	5220	4000	4950	3790	4680	3590	4410	3340	4080	
32	4110	5080	3910	4810	3710	4550	3510	4280	3270	3960	
34	4020	4930	3820	4670	3630	4410	3430	4150	3190	3840	
36	3930	4780	3730	4530	3540	4270	3340	4020	3110	3720	
38	3830	4620	3640	4380	3450	4130	3260	3890	3030	3590	
40	3720	4480	3540	4230	3350	3990	3170	3750	2940	3460	
Properties											
$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)		2970	3850	2780	3610	2600	3380	2420	3150	2210	2890
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)		1750	2170	1860	2070	1560	1960	1480	1840	1380	1720
$P_{ex}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )		1850	1850	1550	1550	1460	1460	1360	1360	1250	1250
$P_{ey}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )		1400	1400	1320	1320	1240	1240	1160	1160	1060	1060
$r_{my}$ (in.)		7.20		7.20		7.20		7.20		7.20	
$r_{mx}/r_{my}$ (in./in.)		1.08		1.08		1.08		1.08		1.08	

### COMPOSITE COLUMNS

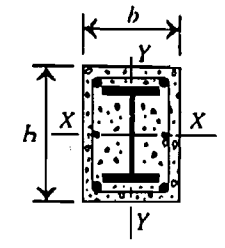
W Shapes

$f'_c = 3.5$  ksi

All reinforcing steel is Grade 60  
Axial design strength in kips



Size $b \times h$		24 in. x 24 in.									
Reinf. bars		4-#11 bars									
Ties		#4 bars spaced 16 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 14									
	Wt./ft	283		257		233		211		193	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
	Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$										
0	3620	4610	3400	4300	3200	4010	3010	3750	2860	3530	
6	3600	4570	3380	4280	3170	3980	2990	3710	2840	3500	
7	3590	4560	3370	4250	3170	3960	2980	3700	2830	3490	
8	3580	4540	3360	4230	3160	3950	2970	3690	2820	3480	
9	3570	4530	3350	4220	3150	3930	2960	3670	2810	3460	
10	3560	4510	3340	4200	3130	3910	2950	3660	2800	3450	
11	3540	4480	3320	4180	3120	3900	2940	3640	2790	3430	
12	3530	4460	3310	4150	3110	3870	2920	3620	2780	3410	
13	3510	4430	3290	4130	3090	3850	2910	3590	2760	3390	
14	3490	4410	3280	4100	3080	3830	2890	3570	2750	3370	
15	3470	4380	3260	4080	3060	3800	2880	3550	2730	3340	
16	3460	4340	3240	4050	3040	3770	2860	3520	2720	3320	
17	3430	4310	4220	4010	3020	3740	2840	3490	2700	3290	
18	3410	4280	3200	3980	3000	3710	2820	3460	2680	3260	
19	3390	4240	3180	3950	2980	3680	2800	3430	2660	3230	
20	3360	4200	3150	3910	2960	3640	2780	3400	2640	3200	
22	3310	4120	3100	3830	2910	3570	2740	3330	2590	3140	
24	3260	4030	3050	3750	2860	3490	2690	3250	2550	3060	
26	3200	3940	2990	3660	2810	3410	2630	3180	2500	2990	
28	3140	3840	2930	3570	2750	3320	2580	3090	2440	2910	
30	3070	3740	2870	3470	2690	3230	2520	3010	2390	2830	
32	3000	3630	2810	3370	2630	3140	2460	2920	2330	2740	
34	2930	3520	2740	3270	2560	3040	2400	2820	2270	2660	
36	2850	3410	2670	3160	2490	2940	2330	2730	2210	2560	
38	2780	3290	2590	3050	2420	2830	2270	2630	2140	2470	
40	2700	3170	2520	2940	2350	2730	2200	2530	2080	2380	
Properties											
$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	1970	2580	1810	2360	1650	2160	1510	1980	1400	1830	
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	1250	1570	1150	1460	1070	1360	991	1260	924	1170	
$P_{nx}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	971	971	894	894	822	822	757	757	704	704	
$P_{ny}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	971	971	894	894	822	822	757	757	704	704	
$r_{my}$ (in.)	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	
$r_{nx}/r_{my}$ (in./in.)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	



### COMPOSITE COLUMNS

W Shapes  
 $f'_c = 3.5$  ksi  
All reinforcing steel is Grade 60  
Axial design strength in kips

$F_y = 50$  ksi

Size $b \times h$		24 in. x 24 in.									
Reinf. bars		4-#10 bars									
Ties		#3 bars spaced 16 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 14									
	Wt./ft	176		159		145		132		120	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
	Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$										
0	2680	3290	2530	3090	2420	2920	2300	2770	2200	2620	
6	2660	3270	2510	3060	2400	2900	2280	2740	2180	2600	
7	2650	3250	2510	3050	2390	2890	2280	2730	2180	2590	
8	2640	3240	2500	3040	2380	2880	2270	2720	2170	2580	
9	2630	3230	2490	3020	2370	2860	2260	2710	2160	2570	
10	2620	3210	2480	3010	2370	2850	2250	2690	2150	2550	
11	2610	3200	2470	2990	2350	2830	2240	2680	2140	2540	
12	2600	3180	2460	2980	2340	2820	2230	2660	2130	2520	
13	2590	3160	2440	2960	2330	2800	2220	2650	2120	2510	
14	2570	3140	2430	2940	2320	2780	2210	2630	2110	2490	
15	2560	3120	2420	2920	2300	2760	2190	2610	2090	2470	
16	2540	3090	2400	2890	2290	2740	2180	2590	2080	2450	
17	2530	3070	2380	2870	2270	2720	2160	2560	2070	2430	
18	2510	3040	2370	2840	2260	2690	2150	2540	2050	2410	
19	2490	3010	2350	2820	2240	2670	2130	2520	2030	2380	
20	2470	2980	2330	2790	2220	2640	2110	2490	2010	2360	
22	2430	2920	2290	2730	2180	2580	2070	2440	1980	2310	
24	2380	2860	2250	2670	2140	2520	2030	2380	1940	2250	
26	2340	2790	2200	2600	2090	2460	1990	2320	1890	2190	
28	2290	2710	2150	2530	2050	2390	1940	2250	1850	2130	
30	2230	2630	2100	2460	2000	2320	1890	2190	1800	2070	
32	2180	2550	2050	2380	1940	2250	1840	2120	1750	2000	
34	2120	2470	1990	2310	1890	2170	1790	2050	1700	1930	
36	2060	2390	1940	2230	1840	2100	1740	1970	1650	1860	
38	2000	2300	1880	2140	1780	2020	1680	1900	1600	1790	
40	1940	2210	1820	2060	1720	1940	1630	1820	1540	1720	
Properties											
$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	1260	1660	1150	1520	1060	1400	983	1290	908	1190	
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	837	1070	771	987	719	921	658	835	611	777	
$P_{nx}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	654	654	603	603	563	563	523	523	488	488	
$P_{ny}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	654	654	603	603	563	563	523	523	488	488	
$r_{my}$ (in.)	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	
$r_{nx}/r_{my}$ (in./in.)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

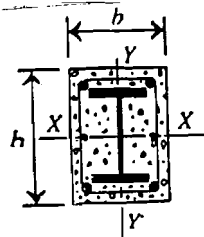
# COMPOSITE COLUMNS

W Shapes

$f'_c = 3.5$  ksi

All reinforcing steel is Grade 60

Axial design strength in kips



Size $b \times h$		22 in. $\times$ 22 in.									
Reinf. bars		4-#10 bars									
Ties		#3 bars spaced 14 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 14									
	Wt./ft	109		99		90		82		74	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$	0	1940	2320	1860	2210	1780	2100	1720	2000	1650	1910
	6	1920	2300	1840	2180	1770	2080	1700	1980	1630	1890
	7	1920	2290	1840	2170	1760	2070	1690	1970	1630	1880
	8	1910	2280	1830	2160	1750	2060	1680	1960	1620	1870
	9	1900	2270	1820	2150	1750	2050	1680	1950	1610	1860
	10	1890	2250	1810	2140	1740	2030	1670	1940	1600	1850
	11	1880	2240	1800	2120	1730	2020	1660	1920	1590	1830
	12	1870	2220	1790	2110	1710	2000	1650	1910	1580	1720
	13	1860	2200	1780	2090	1700	1990	1640	1890	1570	1800
	14	1850	2190	1760	2070	1690	1970	1620	1880	1560	1790
	15	1830	2170	1750	2050	1680	1950	1610	1860	1540	1770
	16	1820	2140	1740	2030	1660	1930	1600	1840	1530	1750
	17	1800	2120	1720	2010	1650	1910	1580	1820	1520	1730
	18	1780	2100	1700	1990	1630	1890	1560	1800	1500	1710
	19	1770	2070	1690	1970	1610	1870	1550	1780	1480	1690
	20	1750	2050	1670	1940	1600	1840	1530	1750	1470	1670
	22	1710	2000	1630	1890	1560	1790	1490	1710	1430	1620
	24	1670	1940	1590	1830	1520	1740	1460	1650	1390	1570
	26	1630	1880	1550	1780	1480	1680	1420	1600	1350	1520
	28	1580	1820	1510	1720	1440	1630	1370	1540	1310	1460
30	1530	1750	1450	1650	1390	1570	1330	1490	1270	1410	
32	1480	1680	1410	1590	1340	1500	1280	1430	1220	1350	
34	1430	1620	1360	1520	1300	1440	1230	1360	1180	1290	
36	1380	1550	1310	1460	1250	1380	1190	1300	1130	1230	
38	1330	1480	1260	1390	1200	1310	1140	1240	1080	1170	
40	1280	1410	1210	1320	1150	1250	1090	1180	1030	1110	

### Properties

$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	801	1050	740	966	684	892	654	846	603	779
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	533	677	498	631	465	587	400	493	373	459
$P_{ox}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	364	364	340	340	318	318	297	297	278	278
$P_{oy}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	364	364	340	340	318	318	297	297	278	278
$r_{my}$ (in.)	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60
$r_{mx}/r_{my}$ (in./in.)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

# COMPOSITE COLUMNS

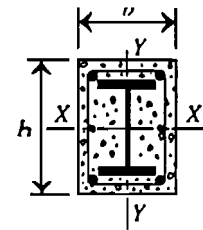
W Shapes

$f'_c = 3.5$  ksi

All reinforcing steel is Grade 60

Axial design strength in kips

$f_y = 50$  ksi



Size $b \times h$		18 in. $\times$ 22 in.									
Reinf. bars		4-#9 bars									
Ties		#3 bars spaced 12 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 14									
	Wt./ft	68		61		53		48		43	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$	0	1410	1640	1350	1560	1280	1470	1240	1400	1190	1340
	6	1390	1620	1330	1530	1260	1440	1220	1380	1170	1320
	7	1390	1610	1320	1520	1250	1430	1210	1370	1170	1310
	8	1370	1530	1310	1510	1240	1420	1200	1360	1160	1300
	9	1360	1580	1300	1500	1230	1410	1190	1350	1150	1290
	10	1350	1570	1290	1480	1220	1390	1180	1330	1140	1270
	11	1340	1550	1280	1470	1210	1380	1170	1320	1130	1260
	12	1320	1530	1260	1450	1200	1360	1160	1300	1110	1240
	13	1310	1510	1250	1430	1190	1340	1140	1280	1100	1230
	14	1300	1490	1240	1410	1170	1320	1130	1270	1090	1210
	15	1280	1470	1220	1390	1160	1300	1110	1250	1070	1190
	16	1260	1450	1200	1370	1140	1280	1100	1230	1060	1170
	17	1250	1430	1190	1350	1120	1260	1080	1210	1040	1150
	18	1230	1400	1170	1320	1110	1240	1060	1180	1020	1130
	19	1210	1380	1150	1300	1090	1220	1050	1160	1000	1110
	20	1190	1350	1130	1270	1070	1190	1030	1140	985	1080
	22	1150	1300	1090	1220	1030	1140	988	1090	946	1030
	24	1100	1240	1050	1170	987	1090	946	1040	905	984
	26	1060	1180	1000	1110	943	1030	903	963	863	932
	28	1010	1120	957	1050	898	977	859	928	819	880
30	963	1060	910	991	852	920	814	873	775	826	
32	914	993	862	931	806	863	768	818	730	773	
34	864	930	814	871	759	808	722	763	665	719	
36	815	868	766	812	712	749	677	708	641	667	
38	765	807	718	753	666	694	632	655	597	616	
40	717	747	671	696	621	640	588	603	554	566	

### Properties

$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	535	693	490	633	448	575	416	533	383	488
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	279	348	259	323	229	281	216	284	201	246
$P_{ox}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	246	246	228	228	208	208	196	196	183	183
$P_{oy}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	164	164	153	153	140	140	131	131	123	123
$r_{my}$ (in.)	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40
$r_{mx}/r_{my}$ (in./in.)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22

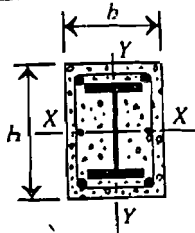
### COMPOSITE COLUMNS

W Shapes

$f'_c = 3.5$  ksi

All reinforcing steel is Grade 60

Axial design strength in kips



Size $b \times h$		22 in. x 24 in.									
Reinf. bars		4-#10 bars									
Ties		#3 bars spaced 14 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 12									
	Wt./ft	336		305		279		252		230	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$	0	3950	5120	3680	4750	3460	4430	3230	4120	3050	3860
	6	3920	5070	3650	4700	3430	4390	3210	4080	3030	3820
	7	3910	5060	3640	4680	3420	4370	3200	4060	3020	3800
	8	3890	5030	3630	4670	3410	4360	3190	4040	3010	3790
	9	3880	5010	3620	4640	3400	4340	3180	4020	3000	3770
	10	3870	4990	3600	4620	3390	4310	3160	4000	2980	3750
	11	3850	4960	3590	4590	3370	4290	3150	3980	2970	3730
	12	3830	4930	3570	4570	3350	4260	3130	3950	2950	3700
	13	3810	4890	3550	4530	3340	4230	3120	3930	2940	3680
	14	3790	4860	3530	4500	3320	4200	3100	3900	2920	3650
	15	3770	4820	3510	4470	3300	4170	3080	3870	2900	3620
	16	3740	4780	3490	4430	3270	4130	3060	3830	2880	3590
	17	3720	4740	3460	4390	3250	4100	3040	3800	2860	3550
	18	3690	4690	3440	4350	3230	4060	3010	3760	2840	3520
	19	3660	4650	3410	4300	3200	4020	2990	3720	2810	3480
	20	3630	4600	3380	4260	3180	3970	2960	3680	2790	3450
	22	3570	4500	3320	4160	3120	3880	2910	3600	2740	3360
	24	3500	4390	3260	4060	3060	3780	2850	3510	2680	3280
	26	3430	4270	3190	3950	2990	3680	2790	3410	2620	3190
	28	3350	4150	3120	3840	2920	3570	2730	3310	2560	3090
30	3270	4020	3040	3720	2850	3460	2660	3200	2500	2990	
32	3190	3890	2970	3590	2780	3350	2590	3100	2430	2890	
34	3110	3750	2880	3470	2700	3230	2510	2980	2360	2780	
36	3020	3610	2800	3340	2620	3110	2440	2870	2290	2680	
38	2930	3470	2710	3210	2540	2980	2360	2750	2210	2570	
40	2830	3330	2630	3070	2450	2860	2280	2640	2140	2460	
Properties											
$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	2110	2730	1920	2490	1770	2290	1610	2090	1480	1930	
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	1180	1450	1090	1350	1020	1270	942	1180	879	1100	
$P_{ox}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	1120	1120	1020	1020	946	946	868	868	803	803	
$P_{oy}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	938	938	860	860	795	795	729	729	675	675	
$r_{my}$ (in.)	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	
$r_{mx}/r_{my}$ (in./in.)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	

$F_y = 50$  ksi

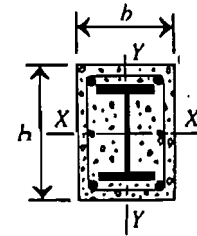
### COMPOSITE COLUMNS

W Shapes.

$f'_c = 3.5$  ksi

All reinforcing steel is Grade 60

Axial design strength in kips



Size $b \times h$		20 in. x 22 in.									
Reinf. bars		4-#10 bars									
Ties		#3 bars spaced 13 in. c. to c.									
Steel Shape	Designation	W 12									
	Wt./ft	210		190		170		152		136	
	$F_y$	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length in ft KL with respect to least radius of gyration $r_{my}$	0	2720	3460	2550	3210	2380	2980	2230	2760	2090	2570
	6	2700	3420	2530	3170	2360	2940	2210	2730	2070	2530
	7	2690	3400	2520	3160	2350	2930	2200	2710	2060	2520
	8	2680	3380	2510	3140	2340	2910	2190	2700	2050	2510
	9	2670	3360	2490	3130	2330	2900	2180	2680	2040	2490
	10	2650	3340	2480	3110	2320	2880	2170	2670	2030	2480
	11	2640	3320	2470	3080	2300	2850	2150	2650	2020	2460
	12	2620	3290	2450	3060	2290	2830	2140	2620	2010	2440
	13	2600	3270	2440	3030	2270	2810	2120	2600	1990	2410
	14	2580	3240	2420	3000	2260	2780	2110	2580	1970	2390
	15	2560	3200	2400	2970	2240	2750	2090	2550	1950	2370
	16	2540	3170	2380	2940	2220	2720	2070	2520	1930	2340
	17	2520	3140	2360	2910	2200	2690	2050	2490	1920	2310
	18	2500	3100	2330	2880	2180	2660	2030	2460	1900	2280
	19	2470	3060	2310	2840	2150	2630	2010	2430	1880	2250
	20	2450	3020	2290	2800	2130	2590	1990	2400	1860	2220
	22	2390	2930	2230	2720	2080	2510	1940	2330	1810	2150
	24	2330	2840	2180	2640	2030	2430	1890	2250	1760	2080
	26	2270	2750	2120	2550	1970	2350	1840	2170	1710	2010
	28	2210	2650	2060	2450	1910	2260	1780	2090	1660	1930
30	2140	2550	1990	2360	1850	2170	1720	2010	1600	1850	
32	2070	2440	1930	2260	1790	2080	1660	1920	1550	1770	
34	2000	2340	1860	2160	1720	1990	1600	1830	1490	1690	
36	1930	2230	1790	2060	1660	1890	1540	1740	1430	1600	
38	1850	2120	1720	1960	1590	1800	1470	1650	1370	1520	
40	1780	2010	1650	1850	1520	1700	1410	1560	1300	1440	
Properties											
$\phi_b M_{nx}$ (kip-ft)	1310	1690	1190	1550	1080	1410	983	1280	892	1160	
$\phi_b M_{ny}$ (kip-ft)	753	948	704	883	646	813	594	748	547	689	
$P_{ox}(K_x L_x)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	608	608	557	557	508	508	463	463	423	423	
$P_{oy}(K_y L_y)^2/10^4$ (kip-ft <sup>2</sup> )	502	502	460	460	420	420	383	383	349	349	
$r_{my}$ (in.)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
$r_{mx}/r_{my}$ (in./in.)	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	

TABEL MOMEN INERSIA  
LOWER BOUND



## COMPOSITE BEAM SELECTION TABLE W Shapes

$$\phi = 0.85$$

$$\phi_b = 0.90$$

Shape	$\phi_b M_p$ Kip-ft	PNA <sup>c</sup>	$Y_1^a$ In.	$\Sigma Q_n$ Kips	$\phi M_n$ (kip-ft)										
					$Y_2^b$ (in.)										
					2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 8x18	63.7	TFL	0.00	263	113	122	132	141	150	160	169	178	188	197	206
		2	0.08	220	107	115	122	130	138	146	154	161	169	177	185
		3	0.17	176	100	107	113	119	125	132	138	144	150	157	163
		4	0.25	133	93.5	98.2	103	108	112	117	122	127	131	136	141
		BFL	0.33	89.8	86.5	89.7	92.9	96.0	99.2	102	106	109	112	115	118
		6	0.71	77.8	84.4	87.1	89.9	92.6	95.4	98.1	101	104	106	109	112
		7	1.21	65.8	81.9	84.2	86.5	88.8	91.2	93.5	95.8	98.2	100	103	105
W 8x15	51.0	TFL	0.00	222	95.2	103	111	119	127	135	142	150	158	166	174
		2	0.08	190	90.6	97.4	104	111	118	124	131	138	145	151	158
		3	0.16	159	85.9	91.5	97.1	103	108	114	120	125	131	137	142
		4	0.24	127	81.0	85.5	90.0	94.5	99.0	103	108	113	117	122	126
		BFL	0.32	95.5	75.9	79.3	82.7	86.0	89.4	92.8	96.2	99.6	103	106	110
		6	0.97	75.5	72.2	74.8	77.5	80.2	82.9	85.5	88.2	90.9	93.6	96.2	98.9
		7	1.79	55.5	67.4	69.3	71.3	73.3	75.2	77.2	79.2	81.1	83.1	85.1	87.0
W 8x13	42.7	TFL	0.00	192	81.5	88.3	95.1	102	109	116	122	129	136	143	150
		2	0.06	167	77.9	83.8	89.7	95.6	101	107	113	119	125	131	137
		3	0.13	141	74.1	79.1	84.1	89.1	94.1	99.0	104	109	114	119	124
		4	0.19	116	70.2	74.3	78.4	82.4	86.5	90.6	94.7	98.8	103	107	111
		BFL	0.26	90.0	66.2	69.3	72.5	75.7	78.9	82.1	85.3	88.5	91.7	94.8	98.0
		6	0.99	69.0	62.3	64.7	67.2	69.6	72.1	74.5	77.0	79.4	81.8	84.3	86.7
		7	1.91	48.0	57.2	58.9	60.6	62.3	64.0	65.7	67.4	69.1	70.8	72.5	74.2
W 8x10	33.3	TFL	0.00	148	62.3	67.6	72.8	78.0	83.3	88.5	93.8	99.0	104	109	115
		2	0.05	128	59.4	64.0	68.5	73.0	77.5	82.1	86.6	91.1	95.6	100	105
		3	0.10	108	56.5	60.3	64.1	67.9	71.7	75.5	79.3	83.1	86.9	90.8	94.6
		4	0.15	87.4	53.4	56.5	59.6	62.7	65.8	68.9	72.0	75.1	78.2	81.3	84.4
		BFL	0.21	67.2	50.3	52.7	55.1	57.4	59.8	62.2	64.6	67.0	69.3	71.7	74.1
		6	0.88	52.1	47.6	49.5	51.3	53.1	55.0	56.8	58.7	60.5	62.4	64.2	66.1
		7	1.77	37.0	44.0	45.4	46.7	48.0	49.3	50.6	51.9	53.2	54.5	55.8	57.2

<sup>a</sup> $Y_1$  = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup> $Y_2$  = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.



## LOWER BOUND ELASTIC MOMENT OF INERTIA FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS

Shape	PNA <sup>c</sup>	$Y_1^a$	$I_{LB}$ (in. <sup>4</sup> )													
			$Y_2^b$ (in.)													
			n.	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7		
W 36x300	TFL	0.00	38600	39500	40500	41400	42400	43400	44400	45500	46500	47600	48700			
	2	0.42	37000	37900	38700	39600	40500	41400	42300	43300	44300	45300	46300			
	3	0.84	35200	35900	36700	37400	38200	39000	39900	40700	41600	42500	43400			
	4	1.26	32900	33500	34200	34800	35500	36200	36900	37600	38300	39100	39900			
	BFL	1.68	30100	30600	31100	31600	32100	32700	33200	33800	34400	34900	35500			
	6	3.97	28900	29400	29800	30200	30700	31200	31700	32200	32700	33200	33700			
	7	6.69	27600	28000	28400	28700	29100	29500	29900	30400	30800	31200	31700			
W 36x280	TFL	0.00	35800	36700	37500	38400	39300	40200	41200	42200	43100	44200	45200			
	2	0.39	34400	35100	35900	36700	37600	38400	39300	40200	41100	42000	42900			
	3	0.79	32600	33300	34000	34700	35500	36200	37000	37800	38600	39400	40300			
	4	1.18	30600	31100	31700	32300	33000	33600	34300	34900	35600	36300	37000			
	BFL	1.57	28000	28400	28900	29400	29900	30400	30900	31400	31900	32500	33000			
	6	3.88	26900	27300	27700	28100	28500	29000	29400	29900	30300	30800	31300			
	7	6.62	25700	26000	26300	26700	27100	27400	27800	28200	28600	29000	29400			
W 36x260	TFL	0.00	32800	33600	34400	35200	36000	36900	37800	38700	39600	40500	41500			
	2	0.36	31500	32200	32900	33700	34500	35200	36000	36900	37700	38500	39400			
	3	0.72	29900	30600	31200	31900	32600	33300	34000	34700	35500	36200	37000			
	4	1.08	28100	28600	29200	29700	30300	30900	31500	32100	32800	33400	34100			
	BFL	1.44	25800	26200	26700	27100	27600	28000	28500	29000	29500	30000	30500			
	6	3.86	24700	25100	25500	25800	26200	26600	27100	27500	27900	28400	28800			
	7	6.75	23500	23800	24100	24500	24800	25100	25500	25800	26200	26600	27000			
W 36x245	TFL	0.00	30600	31300	32100	32800	33600	34400	35200	36100	36900	37800	38700			
	2	0.34	29400	30000	30700	31400	32100	32900	33600	34400	35200	36000	36800			
	3	0.68	27900	28500	29100	29800	30400	31100	31700	32400	33100	33800	34600			
	4	1.01	26200	26700	27200	27800	28300	28900	29500	30000	30600	31300	31900			
	BFL	1.35	24100	24500	24900	25300	25800	26200	26700	27100	27600	28100	28600			
	6	3.81	23100	23400	23800	24100	24500	24900	25300	25700	26100	26500	27000			
	7	6.77	21900	22200	22500	22800	23100	23400	23800	24100	24400	24800	25100			
W 36x230	TFL	0.00	28500	29100	29800	30600	31300	32000	32800	33600	34400	35200	36000			
	2	0.32	27300	28000	28600	29300	29900	30600	31300	32000	32800	33500	34300			
	3	0.63	26000	26600	27100	27700	28300	28900	29600	30200	30900	31500	32200			
	4	0.95	24400	24900	25400	25900	26400	26900	27500	28000	28600	29200	29700			
	BFL	1.26	22500	22900	23300	23700	24100	24500	24900	25400	25800	26300	26700			
	6	3.81	21500	21800	22200	22500	22900	23200	23600	24000	24400	24800	25200			
	7	6.83	20400	20700	20900	21200	21500	21800	22100	22400	22800	23100	23400			

<sup>a</sup> $Y_1$  = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup> $Y_2$  = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

LOWER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 36x210	TFL	0.00	26000	26600	27300	27900	28600	29300	30000	30800	31500	32300	33000
	2	0.34	25100	25700	26300	26900	27500	28200	28800	29500	30200	30900	31600
	3	0.68	24000	24500	25100	25700	26200	26800	27400	28100	28700	29300	30000
	4	1.02	22800	23200	23700	24200	24700	25300	25800	26300	26900	27500	28100
	BFL	1.36	21300	21700	22100	22500	23000	23400	23900	24300	24800	25300	25800
	6	5.06	19900	20300	20600	21000	21300	21700	22100	22400	22800	23200	23600
	7	9.04	18300	18600	18800	19100	19400	19700	19900	20200	20500	20800	21100
W 36x194	TFL	0.00	23800	24400	25000	25600	26200	26800	27500	28200	28900	29600	30300
	2	0.32	22900	23500	24000	24600	25200	25800	26400	27000	27700	28300	29000
	3	0.63	22000	22500	23000	23500	24000	24600	25100	25700	26300	26900	27500
	4	0.95	20800	21300	21700	22200	22700	23100	23600	24100	24600	25200	25700
	BFL	1.26	19500	19900	20300	20600	21000	21500	21900	22300	22700	23200	23600
	6	4.94	18200	18600	18900	19200	19500	19900	20200	20600	20900	21300	21700
	7	8.93	16800	17000	17200	17500	17700	18000	18300	18500	18800	19100	19400
W 36x182	TFL	0.00	22200	22700	23300	23900	24500	25100	25700	26300	26900	27600	28300
	2	0.29	21400	21900	22500	23000	23500	24100	24700	25200	25800	26400	27100
	3	0.59	20500	21000	21500	22000	22400	23000	23500	24000	24600	25100	25700
	4	0.89	19500	19900	20300	20700	21200	21600	22100	22600	23100	23500	24000
	BFL	1.18	18300	18600	19000	19300	19700	20100	20500	20900	21300	21700	22100
	6	4.89	17100	17300	17600	17900	18300	18600	18900	19200	19600	19900	20300
	7	8.92	15700	15900	16100	16300	16600	16800	17100	17300	17600	17800	18100
W 36x170	TFL	0.00	20600	21100	21600	22100	22700	23300	23800	24400	25000	25600	26200
	2	0.28	19900	20300	20800	21300	21800	22300	22900	23400	24000	24500	25100
	3	0.55	19000	19500	19900	20400	20800	21300	21800	22300	22800	23300	23800
	4	0.83	18100	18500	18900	19300	19700	20100	20500	21000	21400	21900	22300
	BFL	1.10	17000	17300	17600	18000	18300	18700	19000	19400	19800	20200	20600
	6	4.84	15800	16100	16400	16700	17000	17300	17600	18000	18200	18500	18800
	7	8.89	14500	14700	14900	15200	15400	15600	15800	16100	16300	16500	16800
W 36x160	TFL	0.00	19200	19600	20100	20600	21100	21700	22200	22700	23300	23900	24400
	2	0.26	18500	18900	19400	19900	20300	20800	21300	21800	22300	22900	23400
	3	0.51	17700	18200	18600	19000	19400	19900	20300	20800	21300	21700	22200
	4	0.77	16900	17200	17600	18000	18400	18800	19200	19600	20000	20400	20900
	BFL	1.02	15800	16200	16500	16800	17100	17500	17800	18200	18500	18900	19300
	6	4.82	14800	15000	15300	15600	15800	16100	16400	16700	17000	17300	17600
	7	8.97	13500	13700	13900	14100	14300	14500	14700	14900	15200	15400	15600

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

LOWER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> In.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 36x150	TFL	0.00	17800	18300	18700	19200	19700	20200	20700	21200	21700	22200	22800
	2	0.24	17200	17600	18100	18500	18900	19400	19900	20300	20800	21300	21800
	3	0.47	16500	16900	17300	17700	18100	18500	19000	19400	19800	20300	20800
	4	0.71	15700	16100	16400	16800	17200	17500	17900	18300	18700	19100	19500
	BFL	0.94	14800	15100	15400	15700	16000	16400	16700	17000	17400	17700	18100
	6	4.83	13800	14000	14300	14500	14800	15000	15300	15600	15900	16200	16500
	7	9.08	12500	12700	12900	13100	13300	13500	13700	13900	14100	14300	14500
W 36x135	TFL	0.00	15600	16000	16400	16800	17200	17600	18100	18600	19000	19500	20000
	2	0.20	15100	15400	15800	16200	16600	17000	17400	17900	18300	18800	19200
	3	0.40	14500	14900	15200	15600	15900	16300	16700	17100	17500	17900	18300
	4	0.59	13900	14200	14500	14800	15200	15500	15900	16200	16600	17000	17300
	BFL	0.79	13100	13400	13700	14000	14300	14600	14900	15200	15500	15800	16200
	6	4.96	12100	12400	12600	12800	13100	13300	13500	13800	14100	14300	14600
	7	9.50	10900	11100	11200	11400	11600	11700	11900	12100	12300	12500	12700
W 33x221	TFL	0.00	24500	25100	25800	26400	27100	27800	28500	29200	29900	30700	31500
	2	0.32	23500	24100	24700	25300	25900	26500	27200	27800	28500	29200	29900
	3	0.84	22300	22900	23400	23900	24500	25000	25600	26200	26800	27400	28000
	4	0.96	20900	21400	21800	22300	22800	23200	23700	24200	24700	25300	25800
	BFL	1.28	19200	19600	19900	20300	20700	21000	21400	21800	22200	22700	23100
	6	3.76	18400	18700	19000	19300	19600	20000	20300	20700	21000	21400	21700
	7	6.48	17500	17700	18000	18200	18500	18800	19100	19400	19700	20000	20300
W 33x201	TFL	0.00	22000	22600	23100	23700	24300	25000	25600	26200	26900	27600	28300
	2	0.29	21100	21600	22200	22700	23300	23800	24400	25000	25600	26300	26900
	3	0.58	20100	20600	21000	21500	22000	22500	23000	23600	24100	24700	25300
	4	0.86	18900	19300	19700	20100	20500	20900	21400	21800	22300	22800	23300
	BFL	1.15	17400	17700	18000	18300	18700	19000	19400	19700	20100	20500	20900
	6	3.67	16600	16800	17100	17400	17700	18000	18300	18600	18900	19300	19600
	7	6.51	15700	15900	16200	16400	16600	16900	17100	17400	17700	17900	18200
W 33x141	TFL	0.00	14700	15100	15500	15900	16300	16800	17200	17700	18100	18600	19100
	2	0.24	14200	14500	14900	15300	15700	16100	16500	16900	17400	17800	18300
	3	0.48	13600	13900	14200	14600	15000	15300	15700	16100	16500	16900	17300
	4	0.72	12900	13200	13500	13800	14100	14400	14800	15100	15500	15800	16200
	BFL	0.96	12100	12300	12600	12800	13100	13400	13700	14000	14200	14600	14900
	6	4.31	11300	11500	11700	11900	12100	12400	12600	12800	13100	13300	13600
	7	8.05	10300	10500	10700	10800	11000	11200	11300	11500	11700	11900	12100

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

# ELASTIC MOMENT OF INERTIA FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 33x130	TFL	0.00	13300	13700	14000	14400	14800	15200	15600	16000	16400	16900	17300
	2	0.21	12800	13200	13500	13900	14200	14600	15000	15400	15800	16200	16600
	3	0.43	12300	12600	12900	13300	13600	13900	14300	14600	15000	15400	15800
	4	0.64	11700	12000	12300	12600	12900	13200	13500	13800	14100	14500	14800
	BFL	0.88	11000	11300	11500	11700	12000	12300	12500	12800	13100	13400	13700
	6	4.39	10300	10400	10600	10900	11100	11300	11500	11700	11900	12200	12400
	7	8.29	9340	9490	9640	9790	9940	10100	10300	10400	10600	10800	11000
W 33x118	TFL	0.00	11800	12100	12500	12800	13100	13500	13900	14200	14600	15000	15400
	2	0.19	11400	11700	12000	12300	12700	13000	13300	13700	14100	14400	14800
	3	0.37	11000	11300	11500	11800	12100	12400	12800	13100	13400	13700	14100
	4	0.56	10500	10700	11000	11200	11500	11800	12100	12400	12700	13000	13300
	BFL	0.74	9880	10100	10300	10600	10800	11000	11300	11500	11800	12100	12300
	6	4.44	9150	9330	9510	9700	9890	10100	10300	10500	10700	10900	11100
	7	8.54	8260	8390	8520	8660	8800	8940	9090	9240	9390	9550	9710
W 30x116	TFL	0.00	9870	10200	10500	10800	11100	11400	11800	12100	12500	12800	13200
	2	0.21	9530	9800	10100	10400	10700	11000	11300	11600	11900	12300	12600
	3	0.43	9130	9380	9640	9910	10200	10500	10700	11000	11300	11700	12000
	4	0.64	8670	8900	9130	9360	9600	9850	10100	10400	10600	10900	11200
	BFL	0.85	8130	8320	8520	8720	8930	9140	9360	9580	9810	10000	10300
	6	3.98	7570	7730	7890	8060	8230	8400	8580	8770	8960	9150	9350
	7	7.44	6910	7030	7150	7270	7400	7530	7670	7810	7950	8090	8240
W 30x108	TFL	0.00	9000	9280	9560	9840	10100	10400	10800	11100	11400	11700	12100
	2	0.19	8700	8960	9220	9480	9760	10000	10300	10600	10900	11300	11600
	3	0.38	8350	8590	8830	9070	9330	9590	9850	10100	10400	10700	11000
	4	0.57	7950	8160	8380	8600	8820	9060	9300	9540	9790	10100	10300
	BFL	0.76	7480	7660	7850	8040	8240	8440	8650	8860	9080	9300	9530
	6	4.04	6940	7090	7240	7400	7560	7720	7890	8070	8240	8430	8610
	7	7.64	6280	6390	6500	6620	6740	6860	6980	7110	7240	7380	7510
W 30x 99	TFL	0.00	8110	8360	8610	8880	9150	9420	9710	10000	10300	10600	10900
	2	0.17	7850	8080	8320	8560	8820	9080	9340	9620	9900	10200	10500
	3	0.34	7550	7760	7980	8210	8440	8680	8930	9180	9440	9700	9970
	4	0.50	7200	7400	7600	7800	8010	8230	8450	8680	8910	9150	9390
	BFL	0.67	6800	6970	7150	7330	7510	7700	7900	8100	8300	8510	8720
	6	4.07	6280	6420	6560	6700	6850	7010	7170	7330	7490	7660	7840
	7	7.83	5640	5740	5840	5940	6050	6160	6280	6390	6510	6640	6760

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

424, 916 (2.01/100)

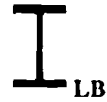
# ELASTIC MOMENT OF INERTIA FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 27x102	TFL	0.00	7240	7480	7730	7980	8240	8500	8780	9060	9350	9650	9950
	2	0.21	6970	7190	7420	7650	7890	8140	8390	8660	8920	9200	9480
	3	0.42	6660	6860	7070	7280	7490	7720	7950	8190	8430	8680	8930
	4	0.62	6290	6470	6650	6830	7030	7220	7430	7630	7850	8070	8290
	BFL	0.83	5860	6000	6150	6310	6470	6630	6800	6980	7150	7340	7520
	6	3.41	5490	5610	5740	5870	6000	6140	6280	6430	6580	6730	6890
	7	6.26	5070	5160	5260	5360	5470	5570	5680	5800	5910	6030	6150
W 27x 94	TFL	0.00	6580	6800	7020	7250	7490	7740	7990	8250	8510	8790	9070
	2	0.19	6340	6540	6750	6970	7190	7420	7650	7890	8140	8390	8650
	3	0.37	6070	6250	6440	6640	6840	7040	7260	7480	7700	7930	8170
	4	0.56	5740	5910	6080	6250	6430	6610	6800	6990	7190	7400	7600
	BFL	0.75	5360	5500	5640	5790	5940	6100	6260	6420	6590	6760	6940
	6	3.39	5010	5120	5240	5360	5490	5620	5750	5890	6030	6170	6320
	7	6.39	4590	4690	4770	4860	4960	5060	5160	5260	5370	5480	5590
W 27x 84	TFL	0.00	5770	5970	6170	6370	6580	6800	7030	7260	7500	7740	7990
	2	0.16	5570	5750	5940	6130	6330	6530	6740	6960	7180	7400	7630
	3	0.32	5340	5510	5680	5850	6030	6220	6410	6610	6810	7020	7230
	4	0.48	5080	5220	5370	5530	5690	5860	6030	6210	6390	6570	6760
	BFL	0.64	4760	4890	5020	5150	5290	5440	5580	5730	5890	6050	6210
	6	3.44	4420	4530	4630	4750	4860	4980	5100	5220	5350	5480	5610
	7	6.62	4020	4100	4180	4260	4340	4430	4520	4610	4710	4810	4910
W 24x 76	TFL	0.00	4280	4440	4610	4780	4950	5130	5320	5510	5710	5920	6130
	2	0.17	4120	4270	4420	4580	4740	4910	5090	5280	5450	5640	5830
	3	0.34	3940	4070	4210	4350	4500	4650	4810	4970	5140	5310	5490
	4	0.51	3720	3840	3960	4090	4220	4350	4490	4640	4780	4930	5090
	BFL	0.68	3460	3560	3670	3770	3880	4000	4110	4230	4360	4480	4610
	6	3.00	3240	3320	3410	3490	3590	3680	3780	3880	3980	4090	4200
	7	5.60	2970	3040	3100	3170	3240	3310	3390	3470	3550	3630	3710
W 24x 68	TFL	0.00	3760	3900	4050	4200	4360	4520	4690	4860	5040	5220	5410
	2	0.15	3630	3760	3900	4040	4180	4330	4490	4650	4810	4980	5160
	3	0.29	3470	3590	3720	3850	3980	4120	4260	4410	4560	4710	4870
	4	0.44	3290	3400	3510	3630	3740	3870	3990	4120	4260	4390	4540
	BFL	0.59	3080	3170	3270	3370	3470	3570	3680	3790	3910	4020	4140
	6	3.05	2860	2940	3020	3100	3180	3270	3360	3450	3540	3640	3740
	7	5.81	2600	2660	2720	2780	2840	2910	2970	3040	3110	3190	3260

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

NEW BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$I_{LB}$ (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 24x62	TFL	0.00	3300	3430	3560	3700	3840	3990	4140	4300	4460	4620	4790
	2	0.15	3190	3320	3440	3570	3700	3840	3980	4130	4280	4440	4590
	3	0.29	3080	3190	3300	3420	3550	3670	3810	3940	4080	4230	4370
	4	0.44	2940	3040	3150	3260	3370	3490	3600	3730	3860	3990	4120
	BFL	0.59	2780	2870	2970	3060	3160	3270	3370	3480	3600	3710	3830
	6	3.47	2540	2620	2690	2770	2850	2940	3020	3110	3200	3290	3390
	7	6.58	2250	2300	2350	2410	2470	2530	2590	2650	2710	2780	2850
W 24x55	TFL	0.00	2890	3000	3120	3240	3370	3500	3630	3770	3910	4060	4210
	2	0.13	2800	2910	3020	3130	3250	3370	3500	3630	3760	3900	4040
	3	0.25	2700	2800	2900	3010	3120	3230	3350	3470	3600	3730	3860
	4	0.38	2590	2680	2770	2870	2970	3080	3190	3300	3410	3530	3650
	BFL	0.51	2460	2540	2630	2710	2800	2900	2990	3090	3200	3300	3410
	6	3.45	2240	2310	2370	2440	2520	2590	2670	2750	2830	2920	3000
	7	6.66	1970	2010	2060	2110	2160	2210	2250	2320	2370	2430	2490
W 21x62	TFL	0.00	2760	2880	3000	3120	3250	3390	3530	3670	3820	3970	4130
	2	0.15	2650	2760	2870	2990	3110	3230	3360	3500	3630	3780	3920
	3	0.31	2530	2630	2730	2830	2940	3060	3170	3290	3420	3550	3680
	4	0.46	2380	2470	2560	2650	2750	2850	2950	3060	3170	3280	3400
	BFL	0.62	2210	2280	2360	2440	2520	2600	2690	2770	2870	2960	3060
	6	2.53	2070	2130	2190	2260	2320	2390	2460	2540	2620	2690	2780
	7	4.78	1900	1950	2000	2050	2100	2150	2210	2270	2330	2390	2450
W 21x57	TFL	0.00	2480	2590	2700	2810	2930	3060	3180	3320	3450	3590	3740
	2	0.16	2390	2490	2590	2700	2810	2930	3050	3170	3300	3430	3560
	3	0.33	2290	2380	2480	2570	2680	2780	2890	3000	3120	3240	3360
	4	0.49	2170	2250	2340	2420	2520	2610	2710	2810	2910	3020	3130
	BFL	0.65	2030	2100	2170	2250	2330	2410	2490	2580	2670	2760	2860
	6	2.90	1880	1940	2000	2060	2120	2190	2260	2330	2400	2480	2560
	7	5.38	1690	1740	1780	1830	1880	1920	1980	2030	2080	2140	2200
W 21x50	TFL	0.00	2120	2210	2310	2410	2510	2620	2730	2850	2960	3090	3210
	2	0.13	2050	2130	2220	2320	2410	2520	2620	2730	2840	2950	3070
	3	0.27	1960	2040	2130	2220	2310	2400	2500	2590	2700	2800	2910
	4	0.40	1870	1940	2020	2100	2180	2260	2350	2440	2530	2630	2730
	BFL	0.54	1760	1830	1890	1960	2040	2110	2190	2270	2350	2430	2520
	6	2.92	1620	1670	1720	1780	1840	1900	1960	2020	2090	2160	2230
	7	5.58	1440	1470	1510	1550	1590	1640	1680	1730	1780	1830	1880

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

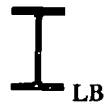
LOWER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$I_{LB}$ (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 21x44	TFL	0.00	1830	1910	2000	2090	2180	2270	2370	2470	2580	2680	2800
	2	0.11	1770	1850	1930	2010	2100	2190	2280	2370	2470	2570	2680
	3	0.23	1710	1780	1850	1930	2010	2090	2180	2270	2360	2450	2550
	4	0.34	1630	1700	1760	1830	1910	1980	2060	2140	2220	2310	2400
	BFL	0.45	1540	1600	1660	1730	1790	1860	1930	2000	2070	2150	2230
	6	2.90	1410	1450	1500	1550	1610	1660	1720	1770	1830	1900	1960
	7	5.69	1240	1270	1300	1340	1380	1410	1450	1490	1540	1580	1620
W 18x60	TFL	0.00	2070	2170	2280	2390	2500	2620	2740	2860	3000	3130	3270
	2	0.17	1980	2080	2170	2270	2380	2480	2600	2710	2830	2960	3090
	3	0.35	1880	1960	2050	2140	2230	2330	2430	2540	2640	2750	2870
	4	0.52	1760	1830	1900	1980	2060	2150	2230	2320	2420	2510	2610
	BFL	0.70	1610	1670	1730	1790	1850	1920	1990	2070	2140	2220	2300
	6	2.19	1520	1570	1620	1670	1730	1790	1850	1910	1970	2040	2110
	7	3.82	1420	1460	1500	1540	1590	1640	1690	1740	1790	1840	1900
W 18x55	TFL	0.00	1880	1970	2070	2170	2270	2380	2490	2610	2730	2850	2980
	2	0.16	1800	1890	1970	2070	2160	2260	2360	2470	2580	2700	2810
	3	0.32	1710	1790	1870	1950	2030	2120	2220	2310	2410	2510	2620
	4	0.47	1600	1670	1740	1810	1880	1960	2040	2120	2210	2300	2390
	BFL	0.63	1470	1520	1580	1640	1700	1760	1830	1900	1970	2040	2110
	6	2.16	1380	1430	1480	1530	1580	1630	1690	1750	1810	1870	1930
	7	3.86	1290	1320	1360	1400	1440	1490	1530	1580	1620	1670	1730
W 18x50	TFL	0.00	1690	1770	1860	1950	2040	2140	2240	2340	2450	2560	2680
	2	0.14	1620	1700	1770	1860	1940	2030	2130	2220	2320	2430	2530
	3	0.29	1540	1610	1680	1750	1830	1910	1990	2080	2170	2260	2360
	4	0.43	1440	1500	1560	1630	1700	1770	1840	1910	1990	2070	2160
	BFL	0.57	1320	1370	1420	1480	1530	1590	1650	1710	1780	1840	1910
	6	2.07	1250	1290	1330	1380	1420	1470	1520	1570	1630	1680	1740
	7	3.82	1160	1190	1220	1260	1300	1340	1380	1420	1460	1510	1550
W 18x46	TFL	0.00	1530	1610	1690	1770	1860	1950	2040	2140	2240	2340	2450
	2	0.15	1470	1540	1620	1690	1770	1860	1940	2030	2130	2220	2320
	3	0.30	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1830	1910	2000	2080	2170
	4	0.45	1320	1380	1440	1500	1560	1630	1700	1770	1850	1920	2000
	BFL	0.61	1230	1270	1320	1380	1430	1490	1550	1610	1670	1730	1800
	6	2.40	1140	1180	1220	1270	1310	1360	1410	1460	1510	1560	1620
	7	4.34	1040	1070	1100	1140	1170	1210	1240	1280	1320	1360	1410

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

UPPER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$I_{LB}$ (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 18x40	TFL	0.00	1320	1390	1450	1530	1600	1680	1760	1840	1930	2020	2110
	2	0.13	1270	1330	1390	1460	1530	1600	1680	1760	1840	1920	2010
	3	0.26	1210	1270	1320	1390	1450	1510	1580	1650	1730	1800	1880
	4	0.39	1140	1190	1240	1300	1350	1410	1470	1530	1600	1670	1740
	BFL	0.53	1060	1100	1150	1190	1240	1290	1340	1390	1450	1510	1560
	6	2.26	985	1020	1060	1090	1130	1170	1220	1260	1310	1350	1400
	7	4.27	855	821	949	979	1010	1040	1070	1100	1140	1180	1210
W 18x35	TFL	0.00	1120	1170	1230	1300	1360	1430	1500	1570	1650	1720	1800
	2	0.11	1080	1130	1190	1240	1300	1370	1430	1500	1570	1640	1720
	3	0.21	1030	1080	1130	1180	1240	1300	1360	1420	1490	1550	1620
	4	0.32	978	1020	1070	1120	1170	1220	1270	1330	1390	1450	1510
	BFL	0.43	917	955	995	1040	1080	1130	1170	1220	1270	1320	1330
	6	2.37	842	874	906	940	976	1010	1050	1090	1130	1170	1220
	7	4.56	753	775	799	824	850	877	905	934	964	995	1030
W 16x36	TFL	0.00	971	1020	1080	1140	1200	1270	1330	1400	1480	1550	1630
	2	0.11	931	981	1030	1090	1140	1200	1270	1330	1400	1470	1540
	3	0.22	884	929	977	1030	1080	1130	1190	1250	1310	1370	1430
	4	0.32	830	869	910	954	999	1050	1090	1150	1200	1250	1310
	BFL	0.43	764	797	831	867	904	943	984	1030	1070	1120	1160
	6	1.79	714	742	770	801	832	865	899	935	972	1010	1050
	7	3.44	657	679	701	725	750	776	802	830	859	889	921
W 16x31	TFL	0.00	828	872	921	972	1030	1080	1140	1200	1260	1330	1390
	2	0.11	793	837	882	929	979	1030	1080	1140	1200	1260	1320
	3	0.22	756	796	837	880	925	972	1020	1070	1120	1180	1240
	4	0.33	713	748	784	823	863	904	948	993	1040	1090	1140
	BFL	0.44	662	691	722	755	789	824	861	899	939	980	1020
	6	2.00	613	637	663	690	718	747	778	810	843	877	912
	7	3.79	555	574	593	614	635	657	680	704	729	755	782
W 16x26	TFL	0.00	673	712	753	795	840	886	935	985	1040	1090	1150
	2	0.09	649	685	723	763	804	848	893	940	989	1040	1090
	3	0.17	621	654	689	726	764	804	845	888	933	980	1030
	4	0.26	589	618	650	683	717	753	790	829	870	911	953
	BFL	0.35	551	577	604	633	663	694	727	760	796	832	873
	6	2.04	505	526	549	572	597	622	649	676	705	734	765
	7	4.01	450	465	482	499	517	535	554	575	595	617	639

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

LOWER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	$I_{LB}$ (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 14x38	TFL	0.00	844	896	951	1010	1070	1130	1200	1270	1340	1410	1490
	2	0.13	805	853	903	956	1010	1070	1130	1190	1260	1330	1400
	3	0.26	759	802	846	893	943	994	1050	1100	1160	1220	1290
	4	0.39	704	740	778	818	861	905	950	998	1050	1100	1150
	BFL	0.52	636	665	695	727	760	794	831	868	908	948	991
	6	1.38	604	629	655	683	712	742	773	806	840	876	913
	7	2.53	568	589	611	634	659	684	710	738	766	796	827
W 14x34	TFL	0.00	744	790	839	890	944	1000	1060	1120	1180	1250	1320
	2	0.11	711	753	798	844	894	945	999	1060	1110	1170	1240
	3	0.23	671	709	749	790	834	880	929	979	1030	1080	1140
	4	0.34	623	656	690	726	763	803	844	887	931	978	1030
	BFL	0.46	565	591	618	647	677	708	741	775	810	847	885
	6	1.41	535	557	581	606	631	659	687	716	747	779	812
	7	2.60	502	520	540	560	582	604	628	652	677	704	731
W 14x30	TFL	0.00	643	684	726	771	819	868	920	974	1030	1090	1150
	2	0.10	615	653	692	734	777	823	870	920	971	1020	1080
	3	0.19	583	616	652	689	728	769	812	857	903	951	1000
	4	0.29	544	573	604	636	670	706	743	782	822	864	907
	BFL	0.39	497	521	546	573	600	629	659	691	724	758	793
	6	1.48	467	487	508	531	554	579	605	631	659	688	719
	7	2.82	432	448	465	483	502	522	542	564	586	610	634
W 14x26	TFL	0.00	553	589	628	665	708	750	795	841	890	941	994
	2	0.11	531	563	598	634	672	712	754	798	843	890	939
	3	0.21	504	534	565	598	633	669	707	747	788	830	875
	4	0.32	473	500	527	556	587	619	652	687	723	761	800
	BFL	0.42	437	459	482	506	532	559	587	616	646	678	711
	6	1.67	405	423	443	463	485	507	530	555	580	606	634
	7	3.19	368	382	397	413	430	447	465	484	503	523	545
W 14x22	TFL	0.00	454	484	515	548	582	619	656	696	736	779	823
	2	0.08	437	464	493	524	556	590	625	661	699	739	780
	3	0.17	416	442	468	496	526	556	588	622	657	693	731
	4	0.25	393	416	439	464	490	518	546	576	607	640	673
	BFL	0.34	365	385	405	427	449	473	497	523	550	577	606
	6	1.89	338	352	369	386	405	424	444	466	488	510	534
	7	3.34	301	313	325	339	352	367	382	398	414	431	449

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
V 12x30	TFL	0.00	531	568	608	649	693	738	786	837	889	944	1000
	2	0.11	505	539	575	612	652	694	738	783	831	881	933
	3	0.22	474	504	536	569	604	641	679	720	762	806	852
	4	0.33	436	461	488	516	545	576	609	643	678	715	753
	BFL	0.44	389	408	429	450	472	496	521	547	574	602	631
	6	1.12	373	390	408	427	447	468	490	513	537	562	599
	7	1.94	355	370	386	402	420	438	457	477	498	520	543
N 12x36	TFL	0.00	456	488	521	557	595	635	676	720	765	812	861
	2	0.10	434	463	494	526	561	597	635	674	715	759	804
	3	0.19	407	433	460	489	520	552	585	621	657	695	735
	4	0.29	375	397	420	445	470	497	526	555	586	618	652
	BFL	0.38	336	353	370	389	409	430	452	474	498	523	549
	6	1.08	321	336	351	368	386	404	423	444	465	487	509
	7	1.95	305	317	331	345	360	376	393	410	428	447	467
W 12x22	TFL	0.00	371	399	428	458	490	524	559	596	635	675	717
	2	0.11	356	382	408	437	466	498	531	565	601	638	677
	3	0.21	339	362	386	412	439	468	498	529	562	595	631
	4	0.32	318	339	360	383	408	433	459	487	516	547	578
	BFL	0.43	294	312	330	350	370	392	414	438	463	488	515
	6	1.66	270	285	300	316	333	351	370	389	410	431	453
	7	3.04	242	253	265	277	290	303	317	332	347	364	380
W 12x19	TFL	0.00	312	335	360	386	413	442	472	503	536	571	606
	2	0.09	300	321	344	368	394	421	449	478	509	541	574
	3	0.16	286	306	327	349	372	397	423	450	478	507	538
	4	0.26	270	287	306	326	347	369	392	417	442	468	496
	BFL	0.35	251	266	282	300	318	337	357	378	400	423	446
	6	1.66	229	241	255	269	284	299	316	333	351	370	389
	7	3.12	203	212	222	232	243	255	267	279	293	306	321
W 12x16	TFL	0.00	254	273	294	315	338	362	388	414	442	471	501
	2	0.07	245	263	282	303	324	347	371	396	422	449	477
	3	0.13	234	251	269	288	309	330	352	375	399	424	450
	4	0.23	223	239	255	272	291	310	330	351	373	396	420
	BFL	0.26	210	224	238	254	270	287	305	324	344	354	386
	6	1.71	189	200	212	224	238	251	266	281	297	313	330
	7	3.32	163	171	179	188	197	207	217	227	239	250	262

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

LOWER BOUND  
ELASTIC MOMENT OF INERTIA  
FOR PLASTIC COMPOSITE SECTIONS



Shape	PNA <sup>c</sup>	Y1 <sup>a</sup> in.	I <sub>LB</sub> (in. <sup>4</sup> )										
			Y2 <sup>b</sup> (in.)										
			2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7
W 12x14	TFL	0.00	220	237	255	275	295	316	338	362	386	411	438
	2	0.06	213	229	246	264	283	303	324	346	369	393	418
	3	0.11	204	219	235	252	270	289	308	329	350	372	396
	4	0.17	195	209	223	239	255	272	290	309	329	349	371
	BFL	0.23	184	197	210	224	238	254	270	287	305	323	342
	6	1.69	165	175	188	197	209	221	234	247	262	276	292
	7	3.36	141	148	155	163	171	180	188	198	208	218	228
W 10x26	TFL	0.00	339	368	398	430	464	499	537	577	618	662	707
	2	0.11	322	347	375	404	435	467	501	537	575	615	656
	3	0.22	300	323	347	372	400	428	458	490	523	558	594
	4	0.33	274	293	313	334	357	381	406	432	460	489	519
	BFL	0.44	242	256	271	287	304	321	340	360	381	403	425
	6	0.90	232	245	258	273	288	304	321	339	358	378	398
	7	1.51	222	233	245	258	272	286	301	317	334	351	369
W 10x22	TFL	0.00	281	305	330	357	386	416	448	482	517	554	592
	2	0.09	267	289	312	336	363	390	419	450	482	516	551
	3	0.18	250	289	290	312	335	360	385	413	441	471	502
	4	0.27	230	246	263	282	302	322	344	367	391	417	443
	BFL	0.36	205	217	231	245	260	277	293	311	330	350	370
	6	0.95	194	205	217	230	244	258	273	288	305	322	340
	7	1.70	183	193	203	214	225	237	250	263	277	292	308
W 10x19	TFL	0.00	239	259	282	305	330	356	384	413	444	478	509
	2	0.10	228	247	267	289	312	337	362	389	417	447	478
	3	0.20	215	233	251	271	292	314	337	361	387	413	441
	4	0.30	200	216	232	249	267	286	307	328	350	374	398
	BFL	0.40	183	195	209	223	238	254	271	288	307	326	347
	6	1.27	169	180	191	203	216	229	243	258	274	290	307
	7	2.31	153	162	170	180	190	200	211	223	235	248	261
W 10x17	TFL	0.00	206	224	244	265	286	310	334	360	387	415	444
	2	0.08	197	214	232	252	272	294	316	340	365	391	419
	3	0.17	187	203	219	237	255	275	296	317	340	364	389
	4	0.25	175	189	204	219	236	253	272	291	311	332	354
	BFL	0.33	161	173	185	199	213	227	243	260	277	295	314
	6	1.31	148	157	168	179	190	202	215	229	243	258	274
	7	2.46	132	139	147	155	164	173	183	193	204	215	227

<sup>a</sup>Y1 = distance from top of the steel beam to plastic neutral axis.  
<sup>b</sup>Y2 = distance from top of the steel beam to concrete flange force.  
<sup>c</sup>See Fig. 4.3 for PNA locations.

TABEL FAKTOR DESAIN  
BALOK SEBAGAI  
BAJA MURNI

DESIGN SELECTION TABLE  
For shapes used as beams  
 $\phi_b = 0.90$

$Z_x$

$F_y = 36$ ksi					$Z_x$	Shape	$F_y = 50$ ksi				
BF	$L_r$	$L_p$	$\phi_b M_r$	$\phi_b M_p$			$\phi_b M_p$	$\phi_b M_r$	$L_p$	$L_r$	BF
Kips	ft	ft	Kip-ft	Kip-ft	in. <sup>3</sup>		Kip-ft	Kip-ft	ft	ft	Kips
32.5	62.4	16.1	2570	4080	1510	W 36x359	5660	3960	13.7	44.0	56.2
29.4	64.4	15.6	2400	3830	1420	W 33x354	5330	3690	13.2	44.7	51.9
32.2	58.5	16.0	2360	3730	1380	W 36x328	5180	3630	13.8	41.7	54.9
28.9	59.3	15.5	2160	3430	1270	W 33x318	4760	3330	13.1	41.8	49.9
31.6	55.1	16.0	2170	3400	1260	W 36x300	4730	3330	13.5	39.9	52.9
31.0	53.0	15.9	2010	3160	1170	W 36x260	4390	3090	13.5	38.8	51.3
28.2	55.7	15.4	1970	3110	1150	W 33x291	4310	3030	13.0	39.8	48.0
30.3	50.6	15.8	1860	2920	1080	W 36x260	4050	2860	13.4	37.5	49.5
37.0	39.7	11.0	1750	2810	1040	W 36x256	3900	2685	9.4	28.8	62.7
27.7	52.0	15.3	1790	2810	1040	W 33x263	3900	2750	12.9	37.8	46.3
29.6	48.8	15.6	1750	2730	1010	W 36x245	3790	2690	13.3	36.4	47.7
28.7	47.3	15.5	1630	2550	943	W 36x230	3540	2510	13.2	35.6	45.8
27.0	49.2	15.1	1620	2540	939	W 33x241	3520	2490	12.8	36.2	44.2
36.1	37.2	10.9	1580	2530	936	W 36x232	3510	2430	9.3	27.3	59.9
26.0	46.9	15.0	1480	2310	855	W 33x221	3210	2270	12.7	35.0	41.9
24.4	48.6	14.7	1450	2280	845	W 30x235	3170	2240	12.4	33.9	43.5
34.9	35.0	10.8	1400	2250	833	W 36x210	3120	2160	9.1	26.1	56.8
25.0	44.8	14.8	1330	2080	772	W 33x201	2900	2050	12.6	33.8	39.7
34.0	33.5	10.7	1290	2070	767	W 36x194	2880	1990	9.1	25.3	54.6
21.8	47.9	14.5	1290	2020	749	W 30x211	2810	1990	12.3	35.1	36.0
32.7	32.8	10.6	1210	1940	718	W 36x182	2690	1870	9.0	24.9	52.0
18.2	52.0	13.8	1220	1910	708	W 27x217	2660	1870	11.7	36.8	31.3
21.0	45.4	14.4	1170	1820	673	W 30x191	2520	1790	12.2	33.7	33.9
31.5	31.9	10.5	1130	1800	668	W 36x170	2510	1740	8.9	24.4	49.6
28.3	32.6	10.4	1070	1700	629	W 33x169	2360	1650	8.8	24.5	45.4
17.8	48.0	13.7	1080	1700	628	W 27x194	2360	1670	11.6	34.6	30.0
30.7	30.9	10.4	1060	1680	624	W 36x160	2340	1630	8.8	23.7	48.0
20.2	43.2	14.3	1050	1630	605	W 30x173	2270	1620	12.1	32.5	32.0
29.4	30.2	10.3	983	1570	581	W 36x150	2180	1510	8.7	23.4	45.6
17.5	45.2	13.6	979	1530	567	W 27x128	2130	1510	11.5	33.1	28.0
26.8	31.2	10.3	950	1510	559	W 33x152	2100	1460	8.7	23.7	42.3

$Z_x$

LOAD FACTOR DESIGN  
For shapes used as beams  
 $\phi_b = 0.90$

$F_y = 36$ ksi					$Z_x$	Shape	$F_y = 50$ ksi				
BF	$L_r$	$L_p$	$\phi_b M_r$	$\phi_b M_p$			$\phi_b M_p$	$\phi_b M_r$	$L_p$	$L_r$	BF
Kips	ft	ft	Kip-ft	Kip-ft	in. <sup>3</sup>		Kip-ft	Kip-ft	ft	ft	Kips
25.7	30.1	10.1	874	1390	514	W 33x141	1930	1340	8.6	23.1	40.2
16.9	42.8	13.5	887	1380	512	W 27x161	1920	1370	11.5	31.7	27.4
14.3	47.8	12.7	878	1380	511	W 24x176	1920	1350	10.7	33.8	24.6
27.5	28.8	9.9	856	1370	509	W 36x135	1910	1320	8.4	22.4	42.2
23.7	30.6	9.5	850	1350	500	W 30x148	1880	1310	8.1	22.8	38.6
14.1	45.2	12.7	807	1260	468	W 24x162	1760	1240	10.8	32.4	23.8
24.5	29.1	10.0	792	1260	467	W 33x130	1750	1220	8.5	22.5	37.8
16.2	40.7	13.4	801	1240	461	W 27x148	1730	1230	11.3	30.6	25.8
22.4	29.0	9.4	741	1180	437	W 30x132	1840	1140	8.0	21.9	35.6
10.8	51.7	12.4	741	1170	432	W 21x166	1620	1140	10.5	35.7	19.1
13.8	42.0	12.5	723	1130	418	W 24x146	1570	1110	10.6	30.8	22.8
23.1	27.8	9.7	700	1120	415	W 33x118	1580	1080	8.2	21.7	35.5
21.6	28.2	9.3	892	1190	408	W 30x124	1530	1070	7.9	21.5	34.1
18.9	30.0	9.2	673	1070	395	W 27x129	1480	1040	7.8	22.3	30.9
21.1	27.1	9.1	642	1020	378	W 30x116	1420	987	7.7	20.8	33.0
10.7	46.4	12.3	642	1010	373	W 21x147	1400	987	10.4	32.8	18.4
13.3	39.3	12.4	642	999	370	W 24x131	1390	987	10.5	29.1	21.5
20.2	26.3	9.0	583	934	346	W 30x108	1300	897	7.6	20.3	31.5
18.0	28.2	9.1	583	926	343	W 27x114	1290	897	7.7	21.3	28.7
10.5	43.1	12.2	575	899	333	W 21x132	1250	885	10.4	30.9	17.7
12.7	37.1	12.3	567	883	327	W 24x117	1230	873	10.4	27.9	20.2
7.82	52.2	11.3	550	869	322	W 18x143	1210	848	9.6	35.5	14.0
19.0	25.5	8.8	525	842	312	W 30x 99	1170	807	7.4	19.8	29.2
10.3	41.0	12.2	532	829	307	W 21x122	1150	819	10.3	29.8	17.1
17.0	26.8	9.0	521	824	305	W 27x102	1140	801	7.6	20.4	28.7
12.0	35.2	12.1	503	780	289	W 24x104	1080	774	10.3	36.8	18.8
7.78	46.0	11.3	499	786	291	W 18x130	1090	768	9.5	33.0	13.8
14.8	27.1	8.3	478	756	280	W 24x103	1050	735	7.0	20.1	24.1
10.1	38.7	12.1	486	753	279	W 21x111	1050	747	10.3	28.5	16.4
16.2	25.9	8.8	474	751	278	W 27x 94	1040	729	7.5	19.9	25.2
7.71	44.1	11.2	450	705	261	W 18x119	979	693	9.5	30.8	13.4
14.3	25.9	8.3	433	686	254	W 24x 94	953	666	7.0	19.4	23.0
9.62	37.1	12.0	443	683	253	W 21x101	949	681	10.2	27.8	15.4
15.0	24.9	8.6	415	659	244	W 27x 84	915	639	7.3	19.3	23.0
7.61	40.4	11.1	398	621	230	W 18x106	863	612	9.4	28.7	13.0
13.6	24.5	8.1	382	605	224	W 24x 84	840	588	6.9	18.6	21.5
11.8	28.6	7.7	374	597	221	W 21x 93	829	576	6.5	19.4	19.6
3.96	67.9	15.6	371	572	212	W 14x120	795	570	13.2	48.2	6.82
7.41	38.1	11.0	367	570	211	W 18x 97	791	564	9.4	27.4	12.6

E

$L_r$	BF
ft	Kips
27.0	4.96
15.1	9.43
2.1	11.7
9.2	6.70
5.6	4.77
2.6	3.38
1.7	8.67
1.7	5.25
1.2	6.32
1.2	3.30
5	10.7
3	5.07
1	8.08
3	7.07
1	3.25
1	4.82
	6.88
	8.85
	5.67
	6.08
	3.32
	17.1
	28.7
	18.8
	13.8
	24.1
	16.4
	4.64
	4.13
	2.16
	6.26
	3.85
	2.07
	13.0
	6.24
	2.22
	19.6
	6.82
	1.93
	.70
	.11



LOAD FACTOR DESIGN SELECTION TABLE  
For shapes used as beams  
 $\phi_b = 0.90$

Z<sub>x</sub>

F <sub>y</sub> = 36 ksi					Z <sub>x</sub>	Shape	F <sub>y</sub> = 50 ksi				
BF	L <sub>r</sub>	L <sub>p</sub>	$\phi_b M_r$	$\phi_b M_p$			$\phi_b M_p$	$\phi_b M_r$	L <sub>p</sub>	L <sub>r</sub>	BF
Kips	ft	ft	Kip-ft	Kip-ft			Kip-ft	Kip-ft	ft	ft	Kips
12.7	23.4	8.0	343	540	200	W 24x 76	750	528	6.8	18.0	19.8
6.08	42.1	10.5	341	535	198	W 16x100	743	525	8.9	29.3	10.7
11.3	24.9	7.6	333	529	196	W 21x 83	735	513	6.5	18.5	18.5
3.84	62.7	15.5	337	518	192	W 14x109	720	519	13.2	43.2	6.70
7.28	35.5	11.0	324	502	186	W 18x 86	698	498	9.3	26.1	11.9
2.95	75.5	13.0	318	502	186	W 12x120	698	489	11.1	50.0	5.36
12.1	22.4	7.8	300	478	177	W 24x 68	664	462	6.6	17.4	18.7
6.05	38.6	10.4	302	473	175	W 16x 89	656	465	8.8	27.3	10.3
3.77	58.2	15.5	306	467	173	W 14x 99†	647	471	13.4	40.6	6.46
10.7	23.5	7.5	294	464	172	W 21x 73	645	453	6.4	17.7	17.0
2.95	67.2	13.0	283	443	164	W 12x106	615	435	11.0	44.9	5.32
6.95	33.3	10.9	285	440	163	W 18x 76	611	438	9.2	24.8	11.1
10.4	22.8	7.5	273	432	160	W 21x 68	600	420	6.4	17.3	16.5
3.74	54.1	15.4	279	424	157	W 14x 90†	577	429	15.0	38.4	6.31
13.8	17.2	5.8	255	413	153	W 24x 62	574	393	4.9	13.3	21.4
5.85	34.9	10.3	261	405	150	W 16x 77	563	402	8.7	25.2	9.75
2.91	61.4	12.9	255	397	147	W 12x 96	551	393	10.9	41.3	5.20
8.29	24.4	7.1	248	392	145	W 18x 71	544	381	6.0	17.8	13.8
9.80	21.7	7.4	248	389	144	W 21x 62	540	381	6.3	16.6	15.3
4.15	43.0	10.3	240	375	139	W 14x 82	521	369	8.8	29.8	7.31
12.7	16.6	5.6	222	362	134	W 24x 55	503	342	4.7	12.9	19.6
8.09	23.2	7.0	228	359	133	W 18x 65	499	351	6.0	17.1	13.3
2.90	56.4	12.8	230	356	132	W 12x 87	495	354	10.9	38.4	5.12
5.57	32.3	10.3	228	351	130	W 16x 67	488	351	8.7	23.8	9.02
11.3	17.3	5.6	216	348	129	W 21x 57	484	333	4.8	13.1	16.0
4.10	40.0	10.3	218	340	126	W 14x 74	472	336	8.8	28.0	7.12
7.90	22.4	7.0	211	332	123	W 18x 60	461	324	6.0	16.7	12.8
2.88	51.8	12.7	209	321	119	W 12x 79	446	321	10.8	35.7	5.03
4.05	37.3	10.3	201	311	115	W 14x 68	431	309	8.7	26.4	6.91
7.63	21.4	7.0	192	302	112	W 18x 55	420	295	5.9	16.1	12.2
10.5	18.2	5.4	184	297	110	W 21x 50	413	283	4.6	12.5	16.4
2.86	48.2	12.7	190	292	108	W 12x 72	405	292	10.7	35.6	4.93
6.42	22.8	6.7	180	284	105	W 18x 57	394	277	5.7	16.6	10.7
3.90	34.7	10.2	180	275	102	W 14x 61	383	277	8.7	24.9	6.51
7.29	20.5	6.9	173	273	101	W 18x 50	379	267	5.8	15.6	11.5
2.80	44.7	12.6	171	261	98.8	W 12x 85†	358	264	11.8	31.7	4.72
9.66	15.4	5.3	159	258	95.4	W 21x 44	358	245	4.5	12.0	14.9
6.20	21.2	6.8	158	248	92.0	W 16x 50	345	243	5.6	15.8	10.1
8.12	16.6	5.4	154	245	90.7	W 18x 46	340	236	4.6	12.6	13.0
4.17	28.0	8.0	152	235	87.1	W 14x 53	327	233	6.8	20.1	7.02

†Indicates noncompact shape; F<sub>y</sub> = 50 ksi

Z<sub>x</sub> LOAD FACTOR DESIGN SELECTION TABLE  
For shapes used as beams  
 $\phi_b = 0.90$

F <sub>y</sub> = 36 ksi					Z <sub>x</sub>	Shape	F <sub>y</sub> = 50 ksi				
BF	L <sub>r</sub>	L <sub>p</sub>	$\phi_b M_r$	$\phi_b M_p$			$\phi_b M_p$	$\phi_b M_r$	L <sub>p</sub>	L <sub>r</sub>	BF
Kips	ft	ft	Kip-ft	Kip-ft			Kip-ft	Kip-ft	ft	ft	Kips
2.91	38.4	10.5	152	233	86.4	W 12x58	324	234	8.9	27.0	4.96
5.92	20.1	6.5	142	222	82.3	W 16x45	309	218	5.6	15.1	9.43
7.52	15.7	5.3	133	212	78.4	W 18x40	294	205	4.5	12.1	11.7
4.05	26.3	8.0	137	212	78.4	W 14x48	294	211	6.8	19.2	6.70
2.85	35.8	10.3	138	210	77.9	W 12x53	292	212	8.8	25.6	4.77
1.91	48.1	10.7	130	201	74.6	W 10x60	280	200	9.1	32.6	3.38
5.53	19.3	6.5	126	197	72.9	W 16x40	273	194	5.6	14.7	8.67
3.06	30.8	8.2	126	195	72.4	W 12x50	271	194	6.9	21.7	5.25
3.91	24.7	7.9	122	188	69.6	W 14x43	261	188	6.7	18.2	6.32
1.89	43.9	10.7	117	180	66.6	W 10x54	250	180	9.1	30.2	3.30
6.93	14.8	5.1	112	180	66.5	W 18x35	249	173	4.3	11.5	10.7
3.02	28.5	8.1	113	175	64.7	W 12x45	243	174	6.9	20.3	5.07
5.25	18.3	6.3	110	173	64.0	W 16x36	240	170	5.4	14.1	8.08
4.39	20.0	6.5	106	166	61.5	W 14x38	231	164	5.5	14.9	7.07
1.88	40.7	10.6	106	163	60.4	W 10x49	227	164	9.0	28.3	3.25
2.92	26.5	8.0	101	155	57.5	W 12x40	216	156	6.8	19.3	4.82
4.19	19.3	6.4	94.8	147	54.6	W 14x34	205	146	5.4	14.4	6.58
6.70	14.3	4.9	92.0	146	54.0	W 16x31	203	142	4.1	11.0	8.85
3.46	20.6	6.4	88.9	138	51.2	W 12x35	192	137	5.4	15.2	5.67
3.92	17.9	6.2	81.9	126	47.3	W 14x30	177	126	5.3	13.7	6.06
1.93	31.2	8.3	82.1	126	46.8	W 10x39	176	126	7.0	21.8	3.32
5.12	13.3	4.7	74.9	119	44.2	W 16x26	166	115	4.0	10.4	7.68
3.23	19.1	6.3	75.3	116	43.1	W 12x30	162	116	5.4	14.4	5.10
4.44	13.4	4.5	68.8	109	40.2	W 14x26	151	106	3.8	10.3	6.96
1.89	27.4	8.1	68.3	105	38.8	W 10x33	145	105	6.9	19.7	3.15
3.00	18.1	6.3	65.1	100	37.2	W 12x26	140	100	5.3	13.6	4.64
2.44	20.3	5.7	63.2	98.8	36.6	W 10x30	137	97.2	4.8	14.5	4.13
1.23	35.1	8.5	60.8	93.7	34.7	W 8x35	130	93.6	7.2	24.1	2.16
4.06	12.6	4.3	56.6	89.6	33.2	W 14x22	125	87.0	3.7	9.7	6.26
2.34	18.5	5.7	54.4	84.5	31.3	W 10x26	117	83.7	4.8	13.5	3.85
1.20	32.0	8.4	53.6	82.1	30.4	W 8x31	114	82.5	7.1	22.3	2.07
3.88	11.1	3.5	49.5	79.1	29.3	W 12x22	110	76.2	3.0	8.4	6.24
1.27	27.3	6.8	47.4	73.4	27.2	W 8x28	102	72.9	5.7	18.9	2.22
2.18	18.9	5.5	45.2	70.2	26.0	W 10x22	97.5	69.6	4.7	12.7	3.50
4.51	8.8	3.0	41.1	67.2	24.9	W 14x18	93.4	63.3	2.5	6.9	6.93
3.61	10.4	3.4	41.5	66.7	24.7	W 12x19	92.6	63.9	2.9	7.9	5.70
1.24	24.4	6.7	40.8	62.6	23.2	W 8x24	87.0	62.7	5.7	17.2	2.11

# LOAD FACTOR DESIGN SELECTION TABLE

For shapes used as beams

$\phi_b = 0.90$

Z<sub>x</sub>

$F_y = 36 \text{ ksi}$					$Z_x$	Shape	$F_y = 50 \text{ ksi}$				
BF	$L_r$	$L_p$	$\phi_b M_r$	$\phi_b M_p$			$\phi_b M_p$	$\phi_b M_r$	$L_p$	$L_r$	BF
Kips	ft	ft	Kip-ft	Kip-ft			Kip-ft	Kip-ft	ft	ft	Kips
2.60	12.0	3.6	36.7	58.3	21.6	W 10x19	81.0	56.4	3.1	8.9	4.26
1.46	18.6	5.3	35.5	55.1	20.4	W 8x21	76.5	54.6	4.5	13.3	2.47
3.31	9.6	3.2	33.3	54.3	20.1	W 12x16	75.4	51.3	2.7	7.4	5.12
0.74	31.3	6.3	32.6	51.0	18.9	W 6x25	70.9	50.1	5.4	21.0	1.33
2.46	11.2	3.5	31.6	50.5	18.7	W 10x17	70.1	48.6	3.0	8.4	3.97
2.97	9.2	3.1	29.1	47.0	17.4	W 12x14	65.3	44.7	2.7	7.2	4.56
1.40	16.7	5.1	29.6	45.9	17.0	W 8x18	63.8	45.6	4.4	12.2	2.30
2.34	10.3	3.4	26.9	43.2	16.0	W 10x15	60.0	41.4	2.9	7.9	3.69
0.73	25.6	6.3	26.1	40.2	14.9	W 6x20	55.9	40.2	5.3	17.7	1.27
0.65	26.9	5.8	25.3	39.1	14.5	M 6x20	54.4	39.0	5.0	18.2	1.16
3.51	6.8	2.2	23.4	38.6	14.3	M 12x11.8	53.6	36.0	1.9	5.1	5.40
1.53	12.8	3.7	23.0	36.7	13.6	W 8x15	51.0	35.4	3.1	9.2	2.56
1.98	9.5	3.3	21.3	34.0	12.6	W 10x12†	47.0	32.7	2.9	7.4	3.13
0.82	18.3	4.0	19.9	31.6	11.7	W 8x16	43.9	30.6	3.4	12.5	1.46
0.46	30.3	5.3	19.9	31.3	11.6	W 5x19	43.5	30.6	4.5	20.1	0.83
1.43	11.5	3.5	19.3	30.8	11.4	W 8x13	42.8	29.7	3.0	8.5	2.35
0.42	31.1	5.0	18.8	29.7	11.0	M 8x18.9	41.3	28.9	4.2	20.5	0.76
0.69	20.7	6.7	19.0	28.8	10.8	W 6x15†	38.8	29.2	6.8	14.9	1.16
0.44	26.3	5.3	16.6	25.9	9.59	W 5x16	36.0	25.5	4.5	17.6	0.80
2.48	5.9	2.0	15.1	24.8	9.19	M 10x 9	34.5	23.3	1.7	4.6	3.84
1.30	10.2	3.5	15.2	23.9	8.87	W 8x10†	33.0	23.4	3.1	7.8	2.03
0.78	14.4	3.8	14.3	22.4	8.30	W 6x12	31.1	21.9	3.3	10.2	1.33
0.30	25.5	4.2	10.6	17.0	6.28	W 4x13	23.6	16.4	3.5	16.9	0.54
0.72	12.0	3.8	10.8	16.8	6.23	W 6x 9	23.4	16.7	3.2	8.9	1.17
0.26	27.8	3.9	10.2	16.3	6.05	M 4x13	22.7	15.7	3.3	18.3	0.47
1.59	5.3	1.8	9.01	14.6	5.42	M 8x 6.5	20.3	13.9	1.5	4.1	2.47
0.94	4.5	1.5	4.68	7.56	2.80	M 6x 4.4	10.5	7.20	1.3	3.5	1.49

NOTES

\*Indicates noncompact shape;  $F_y = 36 \text{ ksi}$ .

†Indicates noncompact shape;  $F_y = 50 \text{ ksi}$ .

PROPERTIES STUD

Harga-harga praktis untuk rasio modular  $n$

$f'_c$ (psi)	Rasio modular $n = E_s / E_c$	$f'_c$ (MPa)
3000	9	21
3500	$8\frac{1}{2}$	24
4000	8	28
4500	$7\frac{1}{2}$	31
5000	7	35
6000	$6\frac{1}{2}$	42

\* Untuk sistem SI, bila  $E_c$  dalam MPa,

$$E_c = w^{1.5}(0.043)\sqrt{f'_c}$$

$$E_c = w^{1.5}(0.041)\sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 4600\sqrt{f'_c}$$

di mana  $w$  dalam  $\text{kg/m}^3$  dan  $f'_c$  dalam MPa

Kekuatan nominal  $Q_n$  (kips) untuk konektor stud geser dan kanai yang digunakan dengan beton yang beratnya normal\*

Konektor	Kekuatan beton, $f'_c$ (ksi)		
	3.0	3.5	4.0
$\frac{1}{2}$ " diameter $\times$ 2" stud berkepala	9.4	10.5	11.6
$\frac{3}{8}$ " diameter $\times$ 2- $\frac{1}{2}$ " stud berkepala	14.6	16.4	18.1
$\frac{1}{4}$ " diameter $\times$ 3" stud berkepala	21.0	23.6	26.1
$\frac{7}{8}$ " diameter $\times$ 3- $\frac{1}{2}$ " stud berkepala	28.6	32.1	35.5
Kanal C3 $\times$ 4.1	10.2 $L_c$ **	11.5 $L_c$	12.7 $L_c$
Kanai C4 $\times$ 5.4	11.1 $L_c$	12.4 $L_c$	13.8 $L_c$
Kanal C5 $\times$ 6.7	11.9 $L_c$	13.5 $L_c$	14.7 $L_c$

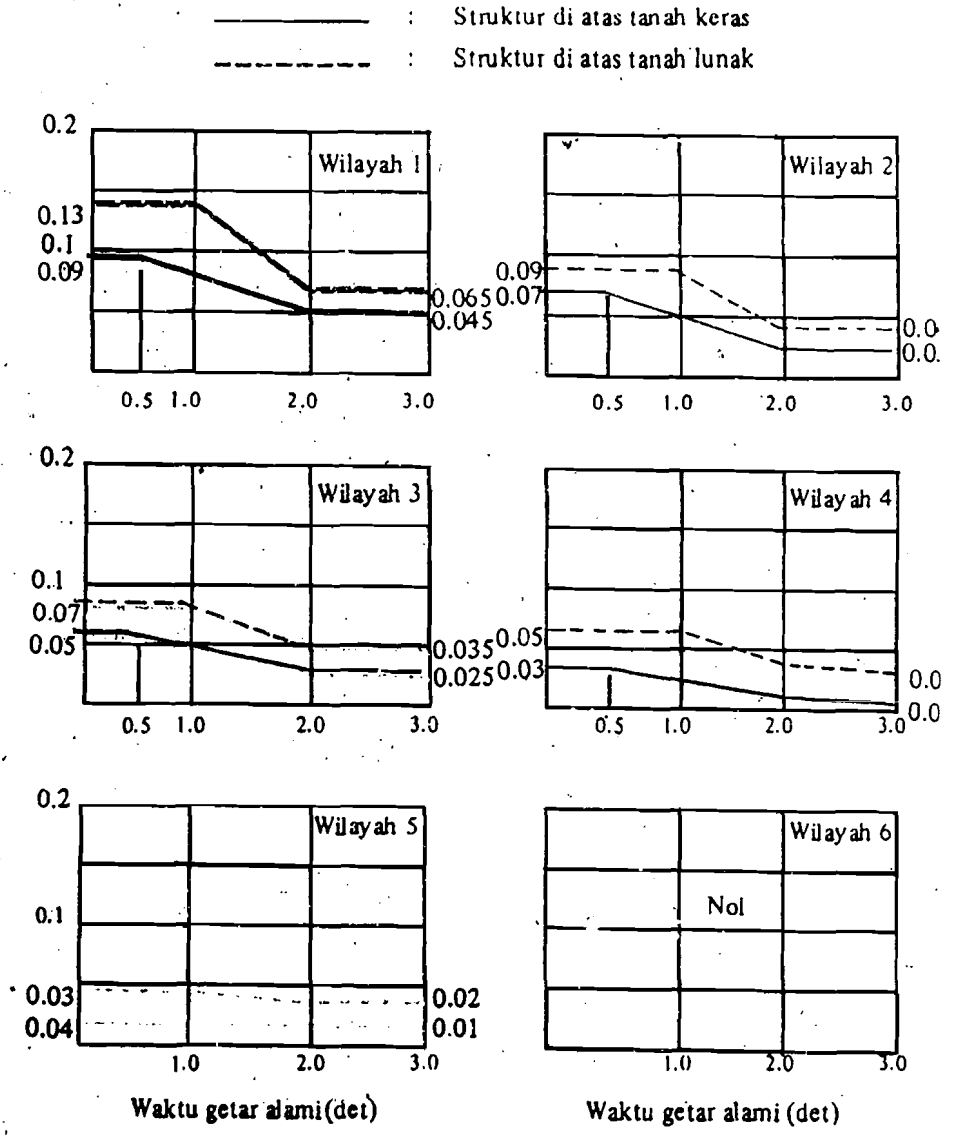
\* Rumus LRFD (15.1), Persamaan 16.8.5, digunakan untuk stud; LRFD-Rumus (15.2), Persamaan 16.8.6 digunakan untuk kanai. Steel A108 Tipe 2,  $F_u^b = 60$  ksi.

\*\*  $L_c$  = panjang kanal, inci.



- Wilayah Gempa - 1
- Wilayah Gempa - 2
- Wilayah Gempa - 3
- Wilayah Gempa - 4
- Wilayah Gempa - 5
- Wilayah Gempa - 6

Gambar 2.2.  
Pembagian wilayah gempa untuk Indonesia



Gambar 2.3.  
Koefisien gempa dasar untuk berbagai wilayah gempa

KEUTAMAAN I BERBAGAI JENIS GEDUNG

	Jenis Gedung	Faktor Keutamaan I
(a)	Gedung-gedung monumental	1,5
(b)	Fasilitas-fasilitas penting yang harus tetap berfungsi sesudah suatu gempa terjadi: Contoh fasilitas demikian adalah: Rumah sakit Bangunan sekolah Bangunan penyimpanan bahan pangan Pusat penyelamatan dalam keadaan darurat Pusat pembangkit tenaga Bangunan air minum Fasilitas radio dan televisi Tempat orang berkumpul	1,5
(c)	Fasilitas distribusi bahan gas dan minyak bumi di daerah perkotaan	2,0
(d)	Gedung-gedung yang menyimpan bahan-bahan berbahaya (seperti asam, bahan beracun, dan lain-lain).	2,0
(e)	Gedung-gedung lain	1,0

2.4.4. Faktor Jenis Struktur – K

Apabila dipakai lebih dari satu sistem struktur di dalam suatu gedung, maka yang dipakai adalah faktor jenis struktur untuk sistem yang dominan dalam menghasilkan ketahanan terhadap gempa, tetapi kombinasi sistem-sistem struktur tersebut harus tetap ditinjau dalam perhitungan waktu getar alami dari struktur gedung tersebut. Faktor jenis struktur untuk berbagai-bagai jenis struktur gedung harus diambil menurut Tabel 2 – 2.

Tabel 2.2.  
FAKTOR JENIS STRUKTUR K UNTUK BERBAGAI STRUKTUR JENIS GEDUNG

Jenis Struktur Rumah/Gedung	Bahan bangunan dari unsur-unsur pemencar energi gempa	Faktor jenis struktur K
Portal daktail	Beton bertulang	1,0
	Beton pratekan (3)	1,4
	Baja	1,0
Dinding geser berangkai daktail (1)	Kayu	1,7
	Beton bertulang	1,0
Dinding geser kantilever daktail (1)	Beton bertulang	1,2
	Dinding berongga bertulang	2,5
Dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas (1)	Kayu (2)	2,0
	Beton bertulang	1,5
Portal dengan ikatan diagonal	Dinding berongga bertulang	3,0
	Kayu (2)	2,5
Struktur kantilever tak bertingkat (5)	Beton bertulang	2,5
	Baja	2,5
	Beton bertulang	3,0
Cerobong, tangki kecil	Baja	3,0
Struktur lain		Lihat catatan (4)



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

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	BUGIHARJO	91 810 185		STRUKTUR
2.	ABRINI DEDE BURENDI	92 810 073		STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISA KEMERDIAAN BENTUKAN BALOK TANK DOMESTIK TERHADAP  
PORTAL DENGAN METODE LRF.

Dosen Pembimbing I  
 Dosen Pembimbing II

IR. H. H. TARUBUDDIN, MT  
 IR. JULIARYANDI, ET

1

2



Yogyakarta 08 APRIL 1999

Dr. Dekan,  
 Ketua Jurusan Teknik Sipil.

IR. H. H. TARUBUDDIN MT. ETIC. MT

**CATATAN - KONSULTASI**

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
1.)	4/5/99	Perbaiki sesuai petunjuk	Perbaiki sesuai petunjuk	
10/5/99		Dapat dilanjutkan ke DPI	Dapat dilanjutkan ke DPI	
11/5-11		Lanjut ke daya proposal perbaiki	Lanjut ke daya proposal perbaiki	
20/5/99		Siapkan <sup>ley krap</sup> <del>serius</del> lanjutkan	Siapkan <sup>ley krap</sup> <del>serius</del> lanjutkan	
21/2/99		Lanjutkan	Lanjutkan	
1/100		Lanjutkan	Lanjutkan	
100		Lanjutkan	Lanjutkan	
100		Perbaiki sesuai petunjuk	Perbaiki sesuai petunjuk	
100		100 dapat dilanjutkan ke DPI	100 dapat dilanjutkan ke DPI	