

TUGAS AKHIR
PROGRAM KOMPUTER UNTUK DESAIN STRUKTUR
BETON BERTULANG TAHAN GEMPA



Disusun oleh :

Nama : NUGROHO BUDI F.
No. Mhs. : 93 310 062

Nama : B. BRAMARA JATI
No. Mhs. : 93 310 330

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR
PROGRAM KOMPUTER UNTUK DESAIN STRUKTUR
BETON BERTULANG TAHAN GEMPA

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

Oleh :

NUGROHO BUDI F.
93 310 062

B. BRAMARA JATI
93 310 330

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

**PROGRAM KOMPUTER UNTUK DESAIN STRUKTUR
BETON BERTULANG TAHAN GEMPA**

Oleh :

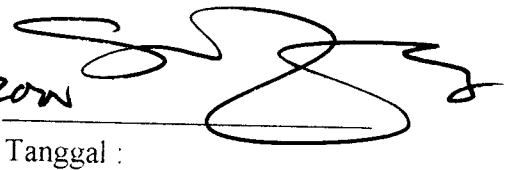
NUGROHO BUDI F.
93 310 062

B. BRAMARA JATI
93 310 330

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Widodo, MSCE, PhD.

Dosen Pembimbing I

20/12/2020 

Tanggal :

Ir. Helmi Akbar Bale, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiiim

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan petunjuk, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

“PROGRAM KOMPUTER UNTUK DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA”

Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana dalam ilmu Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, sekaligus menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama kuliah.

Dengan tersusunnya Tugas Akhir ini, maka kami tidak lupa menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta membimbing, terutama kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan serta sebagai Dosen Pembimbing I,
2. Bapak Ir. Helmi Akbar Bale, MT, selaku Dosen Pembimbing II,

3. Bapak Ir.H.Tadjuddin B.M Aris, MS, Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
4. Seluruh staf pengajar dan seluruh karyawan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapat ridha dari Allah SWT dan mendapatkan imbalan serta pahala yang setimpal, Amin.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan pengetahuan bagi penulis serta bagi pembaca.

Wabillaihittaufiq Walhidayah,

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta , Oktober 2000

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	5
1.3 Manfaat Pembuatan Program Komputer	5
1.4 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gempa Bumi	7
2.1.1 Pembagian Wilayah Gempa Di Indonesia	9
2.1.2 Ukuran Besaran Gempa Bumi	11
2.1.3 Kerusakan-kerusakan Yang Diakibatkan Oleh Gempa	11
2.2 Penelitian Terdahulu	20
BAB III LANDASAN TEORI	23
3.1 Konsep Desain Kapasitas	23

3.2 Peningkatan Kuat Lentur Balok	28
3.3 Pengaruh Beban Dinamis Pada Kolom	31
3.4 Kualitas Pendetailan	34
3.4.1 Pendetailan di Daerah Sendi Plastis Balok	34
3.4.2 Pendetailan di Daerah Sendi Plastis Kolom	36
3.5 Perencanaan Balok Tahan Gempa	38
3.5.1 Balok Bertulangan Tunggal	43
3.5.2 Balok Bertulangan Rangkap	45
3.5.3 Perencanaan Tulangan Geser Balok	49
3.6 Perencanaan Kolom Tahan Gempa	53
3.6.1 Kolom Eksentrisitas Kecil	58
3.6.2 Kolom Eksentrisitas Besar	60
3.6.3 Kolom Langsing	63
BAB IV PROGRAM KOMPUTER	65
4.1 Bahasa Pemrograman	65
4.2. Pembuatan Program	66
4.2.1 Format dan Prosedur Penanganan Data	68
4.2.2 Prosedur Perencanaan Balok	83
4.2.3. Prosedur Perencanaan Kolom	89
4.3 Unjuk Kerja Program	95

BAB V VERIFIKASI HASIL HITUNGAN	110
5.1 Perhitungan Struktur	110
5.1.1 Spesifikasi Data Struktur	110
5.1.2 Pembebanan Struktur	111
5.1.3 Hasil Analisis Struktur	119
5.1.4 Desain Struktur Secara Manual	120
BAB VI VALIDITAS PROGRAM	155
6.1 Validitas Program	155
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	149
7.1 Kesimpulan	159
7.2 Saran	160

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

1.1	Hubungan antara beban -- defleksi balok lentur	3
2.1	Peta jalur gempa dunia	8
2.2	Wilayah-wilayah gempa Indonesia	9
2.3	Koefisien gempa dasar.....	10
2.4	Kerusakan struktur akibat <i>soft storey effects</i>	13
2.5	Kegagalan struktur akibat geser	14
2.6	Kegagalan joint balok kolom	16
2.7	Kegagalan struktur akibat torsi	18
2.8	Kegagalan struktur akibat <i>liquefaction</i>	19
3.1	Mekanisme khas yang terjadi pada portal rangka terbuka.....	26
3.2	Hubungan tegangan-regangan tulangan baja	29
3.3	Hubungan tegangan-regangan tekan beton dengan dan tanpa pengaruh pengekanan	30
3.4	Tulangan sengkang sebagai penyokong lateral untuk mencegah tekuk inelastis prematur tulangan tekan longitudinal di daerah sendi plastis	36
3.5	Diagram regangan penampang kolom dengan beban aksial kecil dan besar.....	37
3.6	Penyengkangan penampang kolom dengan tulangan transversal dan longitudinal	48

3.7	Balok yang menahan momen ultimit.....	39
3.8	Blok tegangan ekuivalen Whitney	40
3.9	Analisa balok bertulangan rangkap	45
3.10	Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	51
3.11	Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis pada ujung balok sebelah kiri dan kanan.....	56
3.12	Keadaan keseimbangan regangan penampang kolom persegi.....	60
4.1	Diagram alir program utama.....	68
4.2	Tampilan <i>Splash</i> Epicentrum.....	96
4.3	Tampilan awal program.....	96
4.4	Kotak dialog buka file	98
4.5	Potongan portal hasil pembacaan program	99
4.6	Hasil pembacaan file SAP90 berupa data <i>joint coordinates, frame element data</i> dan <i>data element properties</i>	99
4.7	Hasil pembacaan file SAP90 berupa data gaya-gaya yang bekerja pada elemen.....	100
4.8	Tampilan untuk <i>input data</i> balok	101
4.9	Hasil desain penulangan lentur balok.....	102
4.10	Hasil penulangan geser balok	103
4.11	Gambar penulangan balok	104
4.12	Tampilan untuk <i>input data</i> kolom.....	105

4.13 Hasil desain kolom	106
4.14 Diagram interaksi kolom	107
4.15 Gambar penulangan kolom	108
4.16 Tampilan <i>help</i> program	109
5.1 Denah struktur dan distribusi beban pada plat	111
5.2 Distribusi beban plat pada portal yang ditinjau	112
5.3 Potongan Portal Bentang 6 m	118
5.4 Diagram Momen Portal Bentang 6 m	119
5.5 Diagram Momen Portal Bentang 7 m	119
5.6 Diagram Momen Portal Bentang 8 m	120
5.7 Diagram Gaya Geser	129
5.8 Diagram Interaksi untuk kolom yang ditinjau	144

DAFTAR TABEL

5.1	Distribusi gaya horizontal tiap lantai.....	116
5.2	Perhitungan waktu getar dengan cara T Rayleigh.....	116
5.3	Gaya-gaya balok portal bentang 6 m.....	120
5.4	Gaya-gaya balok portal bentang 7 m.....	121
5.5	Gaya-gaya balok portal bentang 8 m.....	121
5.6	Tabel penulangan longitudinal balok portal bentang 6 m	126
5.7	Tabel penulangan longitudinal balok portal bentang 7 m	127
5.8	Tabel penulangan longitudinal balok portal bentang 8 m	127
5.9	Penulangan geser balok portal bentang 6 m	130
5.10	Penulangan geser balok portal bentang 7 m	131
5.11	Penulangan geser balok portal bentang 8 m	131
5.12	Gaya-gaya kolom portal bentang 6 m	132
5.13	Gaya-gaya kolom portal bentang 7 m	132
5.14	Gaya-gaya kolom portal bentang 8 m	133
5.15	Momen rencana kolom tepi portal bentang 6 m	135
5.16	Momen rencana kolom tengah portal bentang 6 m	135
5.17	Momen rencana kolom tepi portal bentang 7 m	136
5.18	Momen rencana kolom tengah portal bentang 7 m	136
5.19	Momen rencana kolom tepi portal bentang 8 m	137

5.20	Momen rencana kolom tengah portal bentang 8 m	137
5.21	Gaya aksial rencana kolom tepi portal bentang 6 m	138
5.22	Gaya aksial rencana kolom tengah portal bentang 6 m	139
5.23	Gaya aksial rencana kolom tepi portal bentang 7 m	139
5.24	Gaya aksial rencana kolom tengah portal bentang 7 m	140
5.25	Gaya aksial rencana kolom tepi portal bentang 8 m	140
5.26	Gaya aksial rencana kolom tengah portal bentang 8 m	141
5.27	Tulangan longitudinal kolom portal bentang 6 m	145
5.28	Tulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 7 m	146
5.29	Tulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 8 m	147
5.30	Gaya Geser Rencana Kolom Portal Bentang 6 m	149
5.31	Gaya Geser Rencana Kolom Portal Bentang 7 m	150
5.32	Gaya Geser Rencana Kolom Portal Bentang 8 m	151
5.33	Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 6 m	152
5.34	Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 7 m	153
5.35	Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 8 m	154
6.1	Perbandingan Hasil Desain Penulangan Lentur Balok	
	Portal Bentang 6 m	156
6.2	Perbandingan Hasil Desain Penulangan Geser Balok	
	Portal Bentang 6m	156

6.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Gaya Aksial dan Momen Rencana	
Serta Desain Penulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 6m	157
6.4 Perbandingan Hasil Desain Penulangan Geser Kolom	
Portal Bentang 6m	158

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Lembar Konsultasi
- Lampiran II : Hasil-Hasil Keluaran Program Komputer
- Lampiran III : Kode Program
- Lampiran IV : Contoh Format Input Data SAP90

ABSTRAKSI

Perencanaan struktur gedung bertingkat yang dirancang untuk tahan gempa biasanya menerapkan Konsep Desain Kapasitas. Desain struktur umumnya langsung dari keluaran program analisis struktur SAP90. Dalam desain kapasitas dituntut struktur dalam kondisi daktail dan menerapkan prinsip kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (strong column weak beam). Karena desain langsung dari keluaran SAP90 tidak dapat mengakomodasi prinsip strong column weak beam maka perlu diusahakan suatu program komputer yang dapat memodifikasi momen kolom yang berasal dari keluaran SAP90.

Untuk keperluan desain struktur daktail tersebut perlu dibuat suatu program aplikasi komputer. Pada saat ini telah banyak aplikasi komputer yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut seperti SAP2000, SANSPro, STAADPro dan lain-lain. Dalam tugas akhir ini dicoba untuk membuat aplikasi komputer yang dapat mendesain struktur beton bertulang tahan gempa dengan masukan analisis struktur SAP90, sebagai alternatif dari aplikasi serupa yang telah ada. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Delphi 5 yang merupakan pengembangan dari bahasa Pascal. Hasil desain dari program komputer ini adalah penulangan lentur dan penulangan geser untuk balok dan kolom.

Untuk verifikasi keandalan program maka dipakai model struktur. Model struktur yang dipakai adalah struktur beton bertulang 12 lantai, dengan $f_y=300$ Mpa, $f_c=25$ Mpa, tebal plat=12 cm, berat volume beton=2400 kg/m³, portal yang didesain hanya portal arah melintang, panjang bentang balok=6 m, 7 m, dan 8 m, tinggi kolom pada lantai 1=4.5 m dan lantai 2 s/d 12=3.5 m, tata bangunan sebagai perkantoran, bangunan dirancang simetris sehingga pusat massa dan pusat kekakuan saling berimpit dan faktor puntir yang terjadi relatif kecil dan dapat diabaikan.

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa selisih antara perhitungan dengan menggunakan program komputer dan perhitungan manual kurang dari 1%. Sebagai ukuran tingkat validitas program biasanya ditetapkan nilai selisihnya tidak boleh lebih dari 5%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

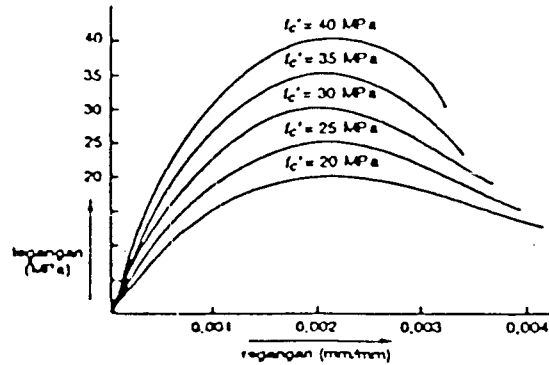
Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang relatif paling membahayakan bagi keselamatan jiwa manusia dan terjadi secara tak terduga. Telah banyak kerugian yang tak terhitung nilainya bagi kehidupan manusia akibat gempa bumi. Kerugian itu antara lain rusaknya sarana dan prasarana fisik seperti gedung, jalan, jembatan, waduk dan lain sebagainya. Selain menghancurkan sarana dan prasarana fisik, biasanya gempa bumi juga mengakibatkan banyaknya korban jiwa akibat tertimpa reruntuhan bangunan.

Di wilayah Indonesia gempa bumi seringkali terjadi, baik dalam ukuran kecil maupun dalam ukuran yang cukup besar, yang dapat menimbulkan kerusakan dan memakan korban jiwa. Hal ini disebabkan karena kondisi geografis Indonesia yang terletak di jalur gempa dunia dan berada di antara empat sistem tektonik yang aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo Australia, lempeng Filipina dan lempeng Pasifik. Sehubungan dengan wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau yang membentang dari timur ke barat, maka intensitas dan kekuatan gempa yang terjadi disetiap wilayah Indonesia tidaklah sama. Wilayah gempa di Indonesia dibagi

menjadi enam wilayah gempa yang berbeda-beda, dengan wilayah gempa I adalah daerah paling rawan gempa dan wilayah gempa VI merupakan daerah aman dari bahaya gempa.

Karena Indonesia merupakan daerah jalur gempa dunia, maka bangunan-bangunan fisik di Indonesia menjadi sangat rentan terhadap bahaya gempa, untuk itu diperlukan perencanaan bangunan sedemikian rupa sehingga mampu meminimalkan kerugian yang diakibatkan oleh gempa.

Prinsip perencanaan bangunan tahan gempa adalah pada waktu terjadi gempa maka bangunan tersebut masih cukup kuat meredam gaya gempa yang terjadi sehingga diharapkan tidak ada korban jiwa akibat terkena runtuhnya bangunan. Agar prinsip diatas dapat dipenuhi maka diperlukan kondisi-kondisi tertentu seperti kekuatan struktur dan tingkat daktilitas struktur. Beton sebagai salah satu bahan bangunan merupakan jenis material getas, sehingga penggunaannya dalam bidang konstruksi dikombinasikan dengan baja tulangan agar beton dapat berperilaku daktil. Pemilihan unsur struktur tahan gempa dapat didasarkan atas dua aspek, yaitu aspek kekuatan dan daktilitas, akan tetapi, karena daya serap energi merupakan tolak ukur yang lebih penting dibandingkan kekuatan saja, maka struktur tahan gempa menuntut daktilitas yang cukup (Binsar, 1987), sehingga dalam perencanaan struktur bangunan di daerah rawan gempa, perlu diperhatikan bahwa segenap komponen struktur penahan gempa harus direncanakan dan dibuat detailnya sedemikian rupa, agar keseluruhannya mampu memberikan perilaku daktil.



Gambar 1.2.
Perbedaan Kurva Tekan benda uji beton

Gambar 1.1.

Hubungan antara beban-defleksi balok lentur (Istimawan, 1994)

Dari gambar 1.1. terlihat bahwa suatu elemen struktur daktail memiliki kemampuan berdeformasi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan elemen struktur getas. Hal ini berarti, saat suatu struktur menerima beban gempa yang merupakan pembebanan bolak-balik (siklik), maka dengan elemen daktail tersebut, struktur mampu berdeformasi secara inelastis tanpa mengakibatkan penurunan kekuatan yang berarti, sambil mengembangkan mekanisme sendi plastis dengan kapasitas pemencaran energi yang baik, sehingga keruntuhan total bangunan akibat kegagalan elemen dapat dihindari.

Studi-studi kasus yang telah dipelajari selama ini menunjukkan bahwa sendi-sendi plastis cenderung akan terbentuk pada elemen-elemen struktur yang lemah pada

saat struktur tersebut dilanda beban gempa besar. Terbentuknya sendi-sendi plastis, yang mampu memencarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk kedalam struktur, harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur berperilaku memuaskan dan tidak sampai runtuh saat terjadi gempa kuat. Pengendalian terbentuknya sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dahulu dapat dilakukan secara pasti terlepas dari kekuatan dan karakteristik gempa, hal ini dikenal sebagai Konsep Desain Kapasitas. Berdasarkan Konsep Desain Kapasitas keruntuhan bangunan dapat direncanakan dengan mengatur bagian yang satu lebih kuat dari yang lain, sehingga bentuk keruntuhan dapat ditentukan lebih dahulu. Sistem keruntuhan pada balok (*beam sway mechanism*), dengan pembentukan sebagian besar sendi plastis pada balok-balok hendaknya selalu diusahakan sejauh keadaan memungkinkan.

Guna menjamin terjadinya mekanisme keruntuhan pada balok, Konsep Desain Kapasitas diterapkan untuk merencanakan agar kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (*strong column weak beam*). Konsep perencanaan seperti ini sangat dianjurkan untuk digunakan, sebab konsep ini memberikan beberapa keuntungan sebagai berikut, yaitu:

1. pemencaran energi gempa terjadi di dalam banyak komponen,
2. bahaya ketidakstabilan struktur akibat efek $P-\Delta$ kecil,
3. sendi-sendi plastis dalam balok dapat berfungsi dengan baik, yang memungkinkan berlangsungnya rotasi-rotasi besar, dan

4. daktilitas balok yang dituntut untuk mencapai tingkat 4 (daktilitas penuh) pada umumnya dapat dipenuhi dengan detail penulangan yang ada (Istimawan, 1994).

Perencanaan struktur gedung bertingkat yang dirancang untuk tahan gempa biasanya menerapkan Konsep Desain Kapasitas. Desain struktur umumnya langsung dari keluaran program analisis struktur SAP90. Dalam desain kapasitas dituntut struktur dalam kondisi daktil dan menerapkan prinsip kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (*strong column weak beam*). Karena desain langsung dari keluaran SAP90 tidak dapat mengakomodasi prinsip *strong column weak beam* maka perlu diusahakan suatu program komputer yang dapat memodifikasi momen kolom yang berasal dari keluaran SAP90.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah mencoba membuat alternatif lain dari program komputer untuk aplikasi teknik sipil yang sudah ada. Program komputer ini nantinya diharapkan dapat mendesain struktur beton bertulang tahan gempa dengan Konsep Desain Kapasitas dan dengan data masukan dari hasil analisis struktur SAP90.

1.3 Manfaat Pembuatan Program Komputer

Manfaat yang dapat diambil dari pembuatan program komputer ini adalah mempersingkat waktu dan memudahkan perencana dalam mendesain suatu struktur beton bertulang tahan gempa sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03.

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang dipakai dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah :

1. analisis struktur dilakukan hanya secara dua dimensi atas suatu portal,
2. merupakan portal bergoyang dan tanpa pengaku,
3. pondasi ditinjau sebagai jepit,
4. untuk analisis mekanika digunakan program *SAP90*,
5. data maksimal yang dapat direkam dari keluaran program *SAP90* adalah 5.000 baris data, 500 elemen dan 250 join,
6. format input data *SAP90* harus sesuai dengan yang telah ditentukan pada lampiran,
7. perencanaan beton berdasarkan SK SNI T-15-1991-03,
8. bangunan direncanakan dalam kondisi daktail penuh sehingga sendi-sendi plastis telah terbentuk pada elemen-elemen struktur akibat beban gempa kuat,
9. bangunan direncanakan dengan Konsep Desain Kapasitas, dengan mekanisme runtuh pada balok (*Strong Column Weak Beam*),
10. elemen struktur yang dihitung hanya balok dan kolom,
11. bangunan direncanakan tanpa menggunakan dinding geser (*shear wall*), dengan elemen balok dan kolom berbentuk segi empat,
12. dianggap tidak terjadi torsi pada bangunan,
13. bahasa pemrograman yang digunakan adalah Delphi 5.

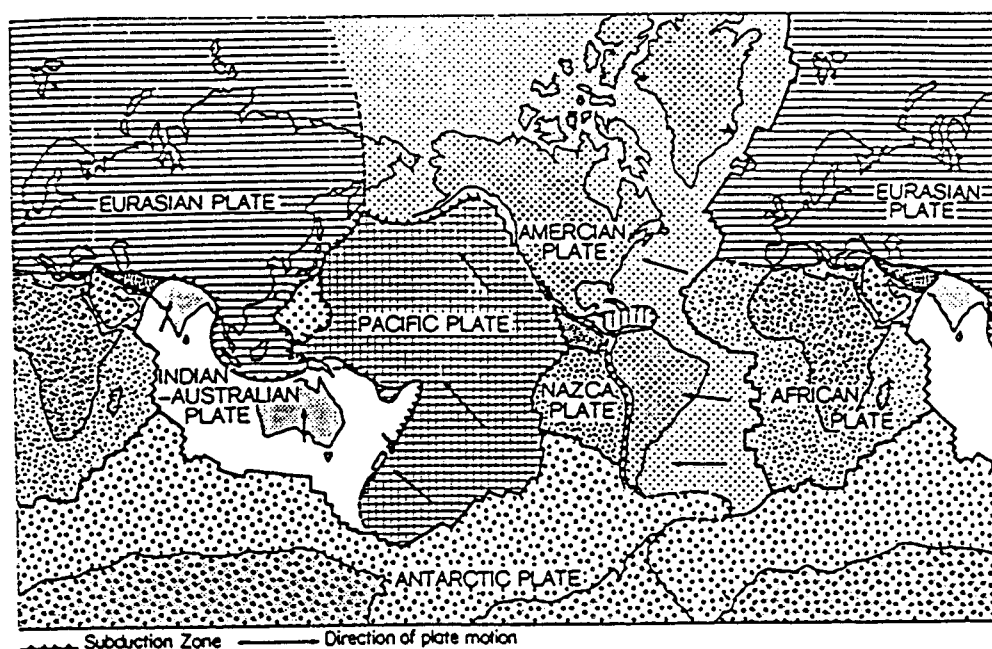
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa Bumi

Sejarah membuktikan bahwa gempa bumi merupakan bencana alam yang paling berbahaya bagi keselamatan jiwa manusia yang ada di bumi ini, sebab selain daya rusaknya yang hebat, gempa bumi juga sulit untuk diperkirakan kapan akan terjadi. Dalam catatan sejarah kerusakan yang ditimbulkan dan banyaknya korban jiwa yang jatuh akibat bencana gempa relatif lebih besar bila dibandingkan dengan bencana alam lainnya seperti banjir, tanah longsor dan lain-lain. Sebagai contoh gempa di Agadir, Maroko yang terjadi pada tanggal 29 Februari 1960 yang mengalami goncangan selama ± 15 detik. Akibat gempa tersebut hampir seluruh perumahan di kota tersebut hancur, gedung-gedung perkantoran dan hotel mengalami kerusakan antara 50%-80% serta lebih dari 12.000 penduduknya tewas dan 12.000 lainnya mengalami luka-luka (Hutchison,1981). Dapat dibayangkan bagaimana dahsyatnya gempa tersebut, yang hanya ± 15 detik saja mampu menghancurkan sebuah kota yang telah dibangun selama bertahun-tahun dan menewaskan lebih dari 12.000 jiwa penduduknya.

Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1. Indonesia termasuk dalam daerah yang rawan terhadap bahaya gempa. Hal ini terlihat dari banyaknya titik-titik hitam yang melintas di wilayah Indonesia. Titik-titik hitam tersebut melambangkan tempat-tempat yang sangat potensial terjadi gempa. Gerakan antara 2 plat tektonik pada daerah-daerah sepanjang pantai barat Sumatera, selatan Jawa sampai Nusa Tenggara, daerah Maluku dan pantai Irian Jaya menyebabkan sering terjadinya gempa pada daerah tersebut. Gempa Lampung, Jambi, Flores dan gempa Irian Jaya merupakan bukti bahwa daerah-daerah tersebut memang daerah rawan gempa (Widodo, 1996).

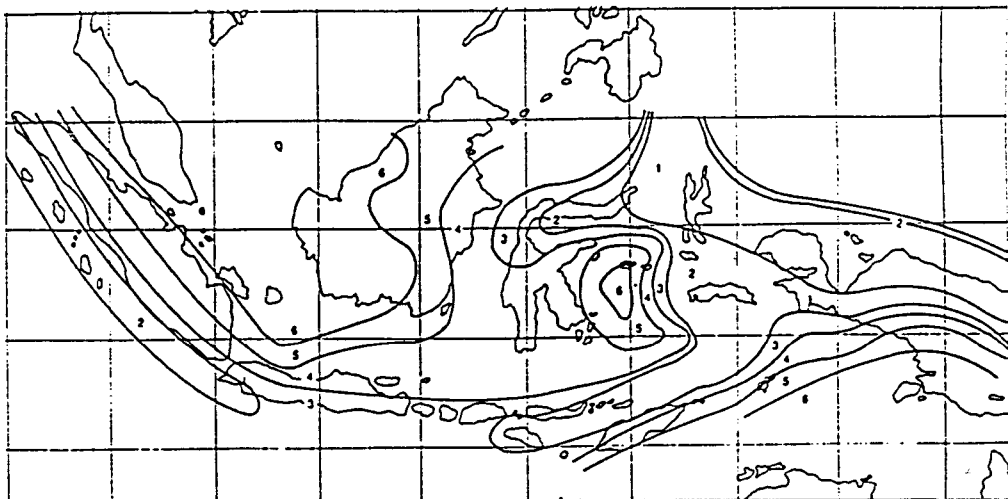


Gambar 2.1.

Peta jalur gempa dunia (Dowrick, 1987)

2.1.1 Pembagian Wilayah Gempa di Indonesia

Indonesia termasuk daerah dengan tingkat resiko gempa yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif yaitu lempeng Eurasia, Lempeng Indo Australia, lempeng Filipina dan lempeng Pasifik, seperti ditunjukkan pada gambar 2.1. Berhubung negara Indonesia adalah negara kepulauan yang membentang dari Barat ke Timur, maka intensitas dan kekuatan gempa yang terjadi disetiap wilayah Indonesia tidaklah sama. Untuk menghindari kesalahan perencanaan struktur gedung tahan gempa di wilayah Indonesia yang memiliki intensitas dan kekuatan gempa yang berbeda-beda, maka oleh pakar Indonesia dan Seandia Baru, wilayah Indonesia dibagi menjadi 6 wilayah gempa yang berbeda-beda, dengan wilayah 1 merupakan daerah paling rawan terhadap gempa dan wilayah 6 merupakan daerah aman dari bahaya gempa. Pembagian wilayah gempa di Indonesia dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.

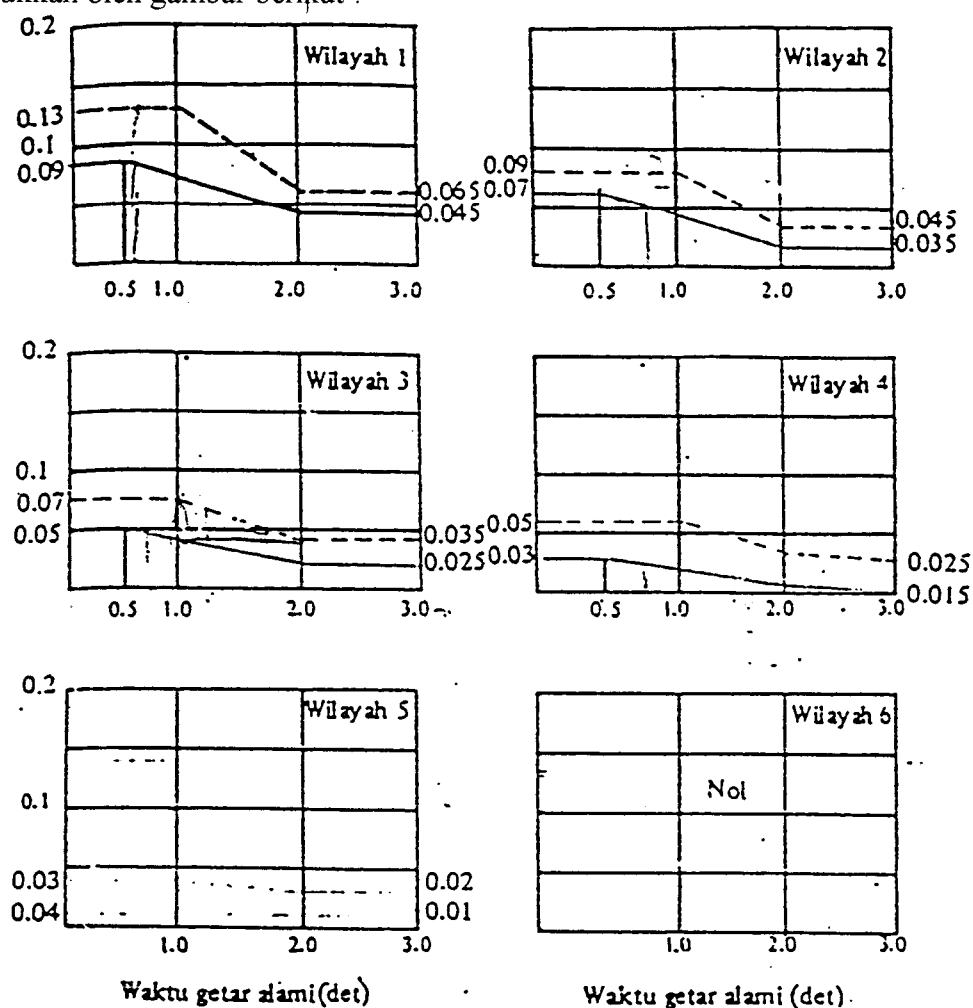


Gambar 2.2.

Wilayah-wilayah gempa Indonesia (PPKGURDG, 1987)

Dari gambar 2.2. terlihat bahwa Kalimantan Barat merupakan daerah yang paling aman terhadap bahaya gempa dan sebaliknya Irian Jaya merupakan daerah yang paling rawan terhadap bahaya gempa.

Menurut Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung (PPKGURDG, 1987) wilayah negara Indonesia dibagi menjadi 6 wilayah gempa, dengan besar koefisien gempa dasar C untuk masing-masing wilayah ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 2.3.

Koefisien Gempa Dasar (PPKGURDG, 1987)

2.1.2 Ukuran Besaran Gempa Bumi

Bila kita lihat dari kedalaman terjadinya gempa (H), maka gempa dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu gempa dangkal (*shallow*) kedalamannya berkisar 0 - 65 km, gempa menengah (*moderate*) 66 - 450 km, gempa dalam (*deep*) kedalamannya > 450 km. Dalam mengukur besar kecilnya suatu gempa dapat digunakan beberapa parameter salah satunya yang sering digunakan secara universal adalah parameter yang didasarkan pada skala richter dan skala *Intensitas Modified Mercalli* (MMI). Kedua parameter tersebut menggunakan tolok ukur yang berbeda dalam menentukan besarnya ukuran gempa yaitu skala richter berdasarkan pada besarnya energi yang dilepaskan sedangkan MMI berdasarkan pada tingkat kerusakan dan respon manusia terhadap gempa tersebut (Widodo, 1996).

2.1.3 Kerusakan-kerusakan Yang Diakibatkan Oleh Gempa

Kerusakan-kerusakan yang ditimbulkan akibat gempa dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu pertama kerusakan bangunan dikarenakan tidak stabilnya tanah akibat gempa, misalnya tanah longsor (*landslides*), penurunan tanah (*settlement*) dan hilangnya daya dukung tanah berpasir jenuh air (*liquefaction*) ataupun kerusakan-kerusakan akibat *ground displacement* baik secara vertikal maupun secara horisontal. Kedua kerusakan bangunan tersebut dikarenakan bangunan yang bersangkutan kurang/tidak memenuhi kaidah-kaidah bangunan tahan gempa (Widodo, 1996). Khusus untuk daerah pantai kerusakan bangunan dapat juga

disebabkan gelombang pasang (tsunami), seperti yang pernah terjadi di Flores beberapa waktu yang lalu.

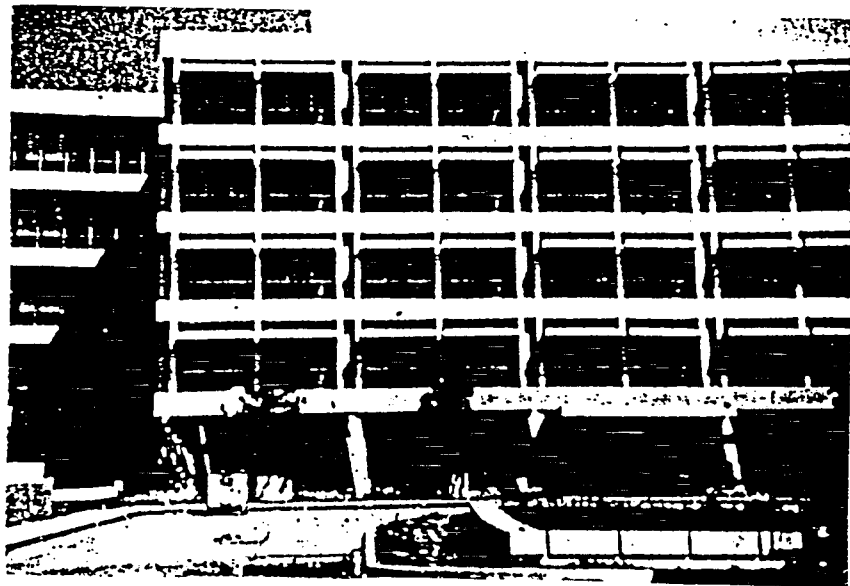
Belakangan ini kebanyakan kerusakan bangunan-bangunan sipil disebabkan oleh tidak jelasnya prinsip desain bangunan tahan gempa yang digunakan pada struktur bangunan khususnya detail penulangan beton tidak direncanakan cukup daktail, seperti kejadian gempa yang terjadi di Armenia (1988), Loma Prieta (1989), Filipina (1990), Northridge (1994) dan Kobe (1995) (Widodo, 1996).

Pada saat terjadi gempa struktur bangunan mengalami kerusakan-kerusakan yang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis :

1. *Soft Storey Effects*

Soft Storey Effects merupakan suatu peristiwa lemahnya salah satu tingkat dari suatu bangunan tingkat banyak akibat adanya perbedaan kekakuan struktur yang ada pada bangunan tersebut, terutama kekakuan pada lantai dasar dan kekakuan lantai-lantai di atasnya. Terjadinya *Soft Storey Effects* antara lain disebabkan oleh adanya perbedaan tinggi antar tingkat terutama bila tinggi tingkat dasar lebih tinggi dari tingkat-tingkat di atasnya, selain dari perbedaan tinggi tingkat, *Soft Storey Effects* dapat juga terjadi bila pada struktur bertingkat banyak, seluruh dindingnya dipasang tembok dari pasangan bata kecuali pada lantai dasar, sehingga kekakuan pada lantai dasar menjadi lebih kecil dibandingkan dengan kekakuan lantai-lantai di atasnya. Dari beberapa hasil penelitian ternyata dinding-

dinding bata dapat menaikkan kekakuan sampai beberapa ratus persen dan dapat menurunkan periode getar sebesar 50% (Widodo, 1996). Contoh kerusakan yang diakibatkan adanya *Soft Storey Effects* dapat dilihat pada gambar 2.4, yaitu kerusakan yang dialami oleh rumah sakit Olive View saat terjadi gempa San Fernando (1971).



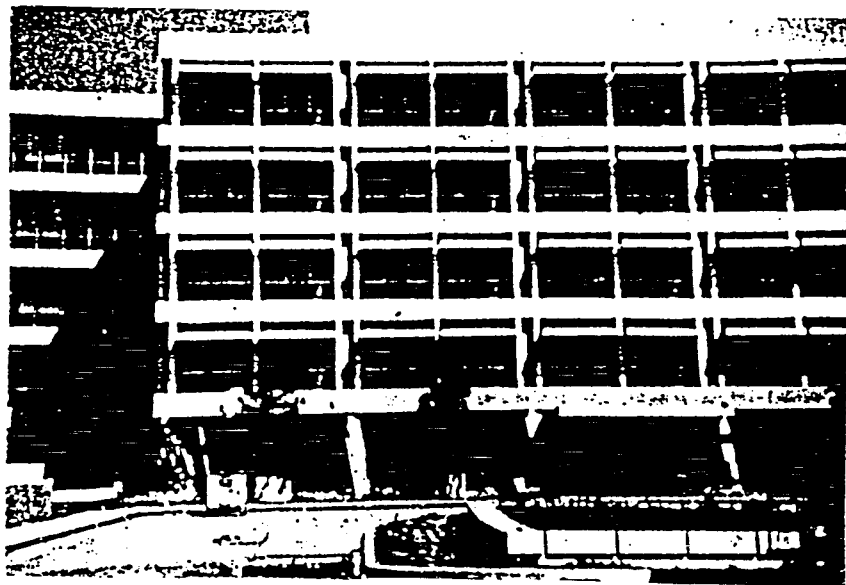
Gambar 2.4.

Kerusakan struktur akibat *Soft Storey Effects* (Norman, 1981)

2. *Short Column and Short Beam Effects*

Short Column and Short Beam Effects dapat diartikan sebagai efek dari rendahnya kelangsingan batang (balok dan kolom) dalam hal ini perbandingan antara panjang dan lebar, sehingga batang menjadi batang

dinding bata dapat menaikkan kekakuan sampai beberapa ratus persen dan dapat menurunkan periode getar sebesar 50% (Widodo, 1996). Contoh kerusakan yang diakibatkan adanya *Soft Storey Effects* dapat dilihat pada gambar 2.4, yaitu kerusakan yang dialami oleh rumah sakit Olive View saat terjadi gempa San Fernando (1971).



Gambar 2.4.

Kerusakan struktur akibat *Soft Storey Effects* (Norman, 1981)

2. *Short Column and Short Beam Effects*

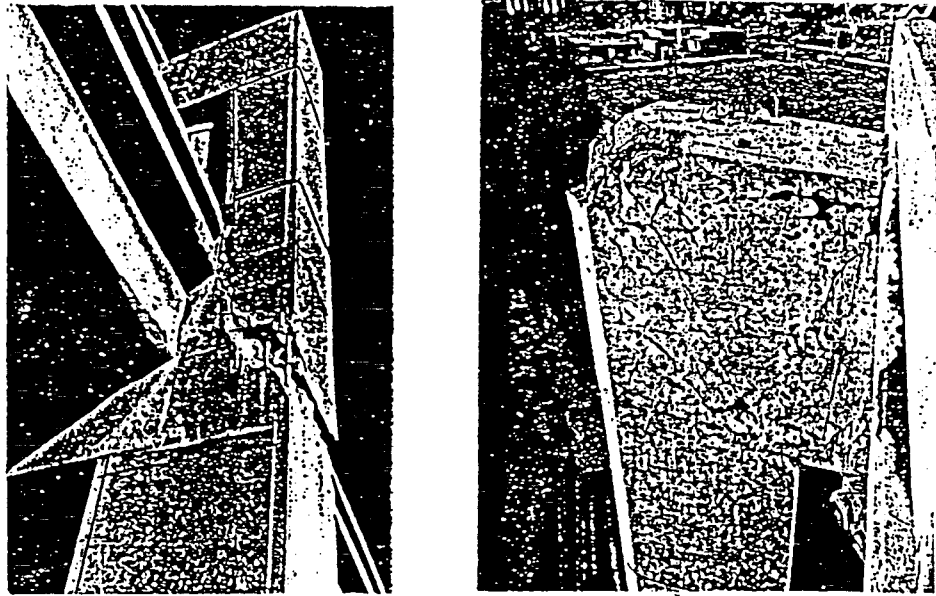
Short Column and Short Beam Effects dapat diartikan sebagai efek dari rendahnya kelangsingan batang (balok dan kolom) dalam hal ini perbandingan antara panjang dan lebar, sehingga batang menjadi batang

3. *Beam Column Joint*

Joint adalah merupakan tempat pertemuan antara balok dan kolom yang dalam analisis struktur dianggap tetap siku-siku walaupun pada kenyataannya *joint* tersebut mengalami rotasi akibat beban yang bekerja pada struktur. Dengan anggapan seperti itu, rotasi yang terjadi pada ujung-ujung balok bukan karena deformasi inelastis pada *joint* yang bersangkutan tetapi murni karena rotasi *joint*. Dalam hal ini *joint* tetap dalam kondisi elastik, hal ini terjadi apabila *joint* betul-betul kaku dan dibuat monolit antara balok dengan kolom. Namun dari hasil uji laboratorium menunjukkan sangat sulit menjaga agar *joint* tetap elastik. Hal tersebut dikarenakan adanya sendi-sendi plastis yang terjadi pada ujung-ujung balok yang terjadi langsung pada muka kolom. Sebagai akibatnya deformasi inelastik pada sendi-sendi plastis tersebut merambat kedalam *joint* sehingga terjadilah kondisi inelastik *joint*. Apabila *joint* tersebut sudah dalam keadaan inelastik, maka rotasi inelastik *joint* akan memperbesar rotasi total *joint* (Widodo, 1996). Contoh kegagalan struktur pada *joint* balok kolom dapat dilihat pada gambar 2.6 yang terjadi pada gempa di Loma Prieta (1989).

3. *Beam Column Joint*

Joint adalah merupakan tempat pertemuan antara balok dan kolom yang dalam analisis struktur dianggap tetap siku-siku walaupun pada kenyataannya *joint* tersebut mengalami rotasi akibat beban yang bekerja pada struktur. Dengan anggapan seperti itu, rotasi yang terjadi pada ujung-ujung balok bukan karena deformasi inelastis pada *joint* yang bersangkutan tetapi murni karena rotasi *joint*. Dalam hal ini *joint* tetap dalam kondisi elastik, hal ini terjadi apabila *joint* betul-betul kaku dan dibuat monolit antara balok dengan kolom. Namun dari hasil uji laboratorium menunjukkan sangat sulit menjaga agar *joint* tetap elastik. Hal tersebut dikarenakan adanya sendi-sendi plastis yang terjadi pada ujung-ujung balok yang terjadi langsung pada muka kolom. Sebagai akibatnya deformasi inelastik pada sendi-sendi plastis tersebut merambat kedalam *joint* sehingga terjadilah kondisi inelastik *joint*. Apabila *joint* tersebut sudah dalam keadaan inelastik, maka rotasi inelastik *joint* akan memperbesar rotasi total *joint* (Widodo, 1996). Contoh kegagalan struktur pada *joint* balok kolom dapat dilihat pada gambar 2.6 yang terjadi pada gempa di Loma Prieta (1989).



Gambar 2.6.

Kegagalan *joint* balok kolom (Priestley, 1996)

4. *Structural Pounding*

Dua bangunan yang berdampingan dan mempunyai ketinggian yang berbeda akan mendatangkan masalah saat terjadinya gempa. Pada umumnya bangunan yang tidak sama tinggi mempunyai massa dan kekakuan yang tidak sama pula. Keadaan ini akan menyebabkan perbedaan periode getar bangunan, dengan demikian bangunan tersebut bergetar tidak dalam phase yang sama pada saat dilanda gempa. Sehingga adakalanya bangunan tersebut bergetar saling menjauh, tetapi pada suatu saat bergetar saling mendekat. Pada kondisi saling mendekat inilah

dimungkinkan kedua bangunan tersebut saling bertumbukan yang akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan tersebut. Peristiwa bertumbuknya bangunan saat terjadi gempa sering disebut *Structural Pounding* (Widodo, 1996).

5. *Torsi*

Untuk keperluan estetika biasanya denah bangunan dibuat menjadi kompleks. Bangunan yang kompleks denahnya akan berkecenderungan tidak simetris, kondisi ini akan menyebabkan tidak sinkronnya antara pusat massa dan pusat kekakuan, pengaruh torsi tidak dapat dihindarkan. Pengaruh torsi yang besar akan membahayakan kesetabilan struktur saat terjadi gempa. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, masalah torsi ini merupakan hal yang sangat kompleks dan masih kurang mendapat perhatian dari para perencana (Widodo, 1996), sebagai contoh adalah gempa yang terjadi di Alaska (1964).

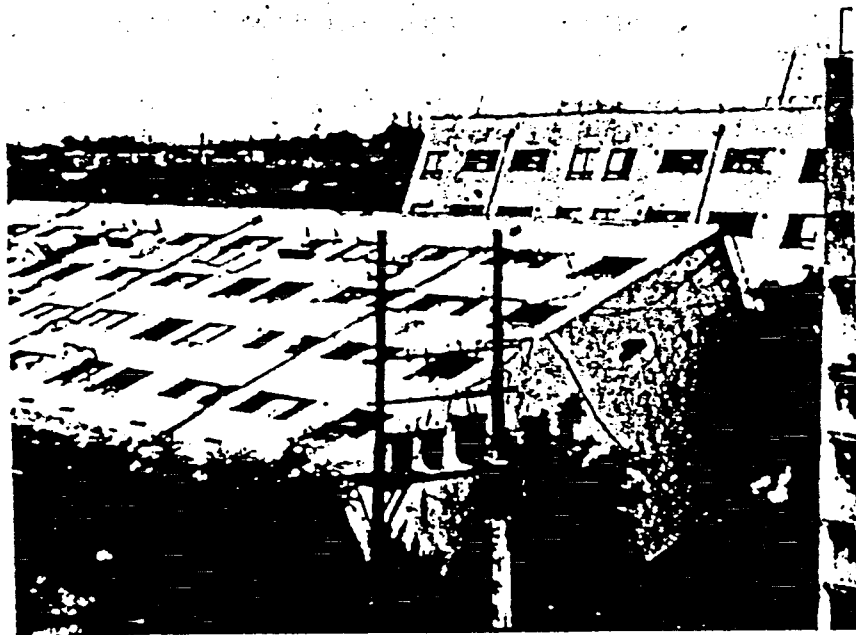


Gambar 2.7.

Kegagalan struktur akibat torsi (Norman, 1981)

6. *Liquefaction*

Pada tanah berpasir yang mempunyai kadar air tinggi maupun yang jenuh air, pada saat terjadi gempa tekanan air porinya akan bertambah besar. Bertambahnya tekanan air pori tersebut akan mengurangi atau bahkan menghilangkan daya dukung tanah pasir karena tekanan butir-butir tanah atau pasir menjadi berkurang atau bahkan tereliminasi sama sekali. Peristiwa ini biasanya disebut *liquefaction*, ini hanya terjadi pada kedalaman tanah tertentu, maka biasanya akan terjadi penurunan tanah (*settlement*). Namun jika keseluruhan ketebalan tanah mengalami *liquefaction* maka bangunan di atasnya dapat terguling, seperti dijumpai pada gempa Niigata (1964).



Gambar 2.8.

Kegagalan struktur akibat *liquefaction* (Norman, 1981)

2.2 Penelitian Terdahulu

Kajian ilmiah tentang desain struktur beton bertulang tahan gempa telah banyak diulas dengan bermacam-macam sudut pandang. Penulisan kajian ilmiah tersebut dilakukan untuk mendapatkan suatu bentuk ideal dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa. Konsep desain mutakhir yang digunakan dalam perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa adalah Konsep Desain Kapasitas, sedangkan konsep desain konvensional (struktur direncanakan dalam kondisi elastis) sudah jarang dipakai dengan alasan kurang ekonomis, karena akan menghasilkan dimensi elemen struktur yang relatif besar. Untuk lebih mengefisienkan waktu perencanaan dan pendesainan struktur beton bertulang tahan gempa, maka dilakukan usaha-usaha antara lain pembuatan program komputer untuk menganalisis struktur dan pembuatan program komputer untuk mendesain elemen-elemen struktur beton bertulang.

Dalam tulisan ini akan disajikan suatu usaha pembuatan program komputer dan penelitian untuk mendesain struktur bangunan

Winarno dan Purwanto (1998) membuat program komputer untuk perencanaan gedung bertingkat tahan gempa dengan metode desain kapasitas, proses perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa dimulai dari analisis struktur portal beton yang akan didesain. Metode yang digunakan dalam perhitungan analisis struktur adalah metode Takabeya, sedangkan konsep desain yang digunakan adalah Konsep Desain Kapasitas (*capacity design*). Selain itu desain beton ditinjau hanya

berdasarkan akibat lentur saja. Pembuatan program komputer menggunakan Turbo Pascal yang dijalankan pada lingkungan DOS.

Fahriza (1996) membuat program komputer dengan aplikasi Turbo Pascal dan mampu membaca data keluaran (*output data*) dari program analisis struktur *Microfeap* untuk kemudian diproses guna mendesain elemen struktur beton bertulang. Elemen beton bertulang yang didesain tidak direncanakan untuk menahan gaya gempa.

Gusti Andri (1998) dalam penelitiannya menganalisa sistem penulangan pada suatu elemen struktur balok dan kolom portal yang mengalami beban gempa relatif besar, sehingga mengakibatkan terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung balok dan ujung bawah kolom dasar (daerah tumpuan). Kesimpulan dari tugas akhir ini cukup bagus dan menarik, yaitu : (a). menjamin terbentuknya sendi plastis di balok dengan merencanakan kolom lebih kuat dari balok, yaitu dengan cara memperhitungkan kapasitas momen balok sebagai momen rencana kolom, (b). menghindari kegagalan akibat geser, sehingga pada daerah-daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis, kuat geser yang mampu disumbangkan oleh penampang beton dianggap sama dengan nol. Proses desain dalam penelitian ini dilakukan dengan cara manual.

Pembuatan program analisis struktur bertujuan untuk memudahkan perencana dalam mendesain struktur beton bertulang, namun hal itu menyebabkan terbatasnya bentuk struktur yang akan didesain. Selain itu sudah ada program analisis struktur

yang lebih handal yang bisa digunakan seperti SAP90. Pembuatan program untuk membaca data keluaran suatu program analisis struktur merupakan salah satu alternatif yang baik untuk memudahkan perencana dalam mendesain elemen beton bertulang.

Selain ditinjau terhadap lentur, elemen beton bertulang juga perlu ditinjau terhadap geser mengingat pengaruh gaya geser cukup besar dalam perencanaan bangunan tahan gempa, terutama pada bangunan bertingkat banyak. Modifikasi momen pada kolom dilakukan agar kondisi *strong column weak beam* dapat terpenuhi.

Dari uraian di atas, akan dibuat suatu program komputer untuk mendesain struktur beton bertulang tahan gempa, dengan menggunakan program Delphi 5, bekerja dalam lingkungan sistem operasi Windows, mampu membaca data keluaran hasil dari program analisis struktur SAP90, kemudian desain struktur menerapkan Konsep Desain Kapasitas dan memenuhi kondisi *strong column weak beam*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konsep Desain Kapasitas

Gempa merupakan suatu kejadian yang tidak mudah diprediksikan waktunya maupun besarnya, meskipun jarang terjadi namun kerusakan yang ditimbulkannya sangatlah merugikan. Telah diterima sebagai suatu kenyataan bahwa secara ekonomis tidaklah layak untuk merencanakan struktur-struktur gedung sedemikian kuatnya, sehingga tetap berperilaku elastis saat dilanda gempa kuat.

Berbagai peraturan perencanaan bangunan tahan terhadap beban gempa, termasuk pedoman perencanaan yang berlaku di Indonesia menetapkan suatu taraf pembebanan gempa yang menjamin suatu struktur agar tidak rusak karena gempa-gempa kecil atau sedang, tetapi saat dilanda gempa kuat yang jarang terjadi struktur diijinkan mengalami kerusakan daktail, dan struktur tersebut harus mampu memencarkan energi gempa sekaligus membatasi beban gempa yang masuk sehingga perencanaan menjadi aman dan ekonomis.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, terbentuknya sendi-sendi plastis, yang mampu memencarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk ke dalam struktur, harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur

berperilaku daktail dan tidak sampai runtuh saat terjadi gempa kuat. Pengendalian terbentuknya sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dahulu dilakukan secara pasti terlepas dari kekuatan dan karakteristik gempa. Filosofi perencanaan seperti ini dikenal sebagai Konsep Desain Kapasitas.

Sendi plastis adalah sendi yang terjadi seakan-akan pada elemen yang bersangkutan terdapat sebuah sendi, namun demikian sendi tersebut tidak bersifat bebas gesekan tetapi akan mempunyai daya tahan yang tetap terhadap rotasi (George dan Arthur, 1991). Konsep Desain Kapasitas hanya akan berhasil menjamin struktur untuk berperilaku daktail saat terjadi gempa kuat apabila disertai dengan pendetailan yang baik pada elemen-elemen struktur dan *joint*. Tempat-tempat terbentuknya sendi plastis perlu didetail secara khusus agar mampu berdeformasi inelastis cukup besar sesuai dengan daktailitas yang dituntut. Daerah-daerah diluar sendi plastis harus diusahakan agar sedapat mungkin tetap elastis, tergantung dari intensitas gempa yang terjadi (daerah-daerah diluar sendi plastis tidak perlu dilakukan pendetailan khusus).

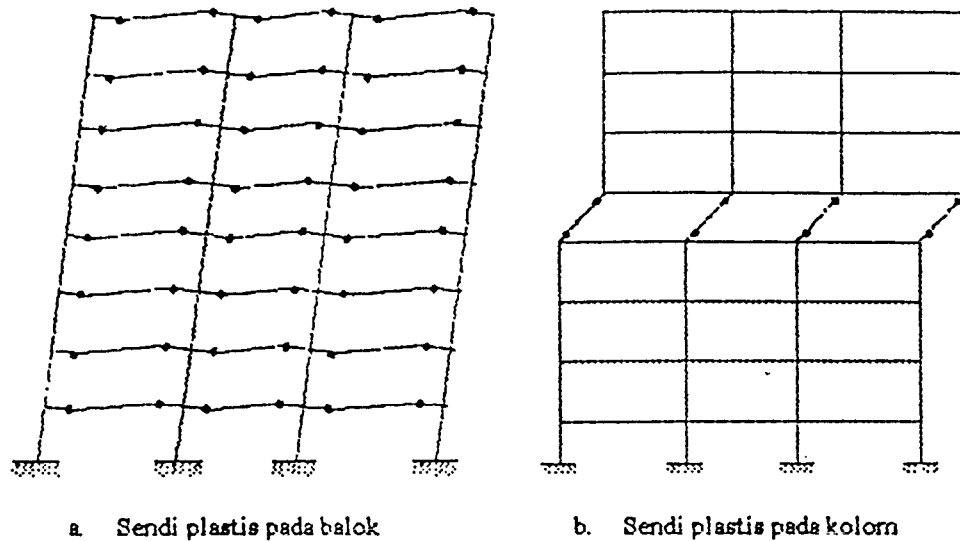
Untuk menghadapi gempa kuat yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu, misalnya 100 tahun, maka mekanisme keruntuhan suatu portal rangka terbuka beton bertulang dipilih sedemikian rupa, sehingga pemencaran energi gempa terjadi secara memuaskan dan keruntuhan yang bersifat katastropik dapat dihindarkan. Gambar 3.1. memperlihatkan dua mekanisme khas yang dapat terjadi pada portal-portal rangka terbuka. Mekanisme goyangan dengan pembentukan sebagian besar sendi plastis pada balok-balok lebih dikehendaki dari pada mekanisme

dengan pembentukan sendi plastis yang terpusat hanya pada ujung-ujung kolom suatu lantai (*soft-storey mechanism*), karena beberapa alasan sebagai berikut :

1. Pada mekanisme pertama (gambar 3.1.a.) pemencaran energi gempa terjadi di dalam banyak unsur, sedangkan pada mekanisme kedua (gambar 3.1.b.) pemencaran energi terpusat pada sejumlah kolom struktur pada satu tingkat.
2. Daktailitas kurvatür yang dituntut dari balok untuk menghasilkan daktailitas struktur tertentu, misalnya $\mu = 4$, pada umumnya jauh lebih mudah dipenuhi dari pada kolom yang sering kali tidak cukup daktailitasnya akibat besarnya gaya aksial tekan yang bekerja.

Dalam dunia konstruksi dikenal 2 macam mekanisme goyangan yaitu mekanisme goyangan kolom (*column sway mechanism*) dan mekanisme goyangan balok (*beam sway mechanism*). Pada mekanisme goyangan pada balok, sendi-sendi plastis terjadi pada seluruh tampang kritis balok dan ujung bawah kolom dasar. Pada mekanisme ini balok dibuat lebih lemah kemampuannya dalam menahan beban bila dibandingkan dengan kolom. Hal ini dimaksudkan agar balok terlebih dahulu mencapai kondisi luluh sebelum kolom, sehingga bangunan diharapkan tidak runtuh secara tiba-tiba pada saat kondisi elastis telah terlampaui. Sebaliknya pada mekanisme keruntuhan kolom, sendi plastis hanya terjadi pada ujung-ujung kolom pada salah satu tingkat saja, sehingga sangat memungkinkan bangunan akan runtuh

secara tiba-tiba pada saat terjadi gempa besar. Oleh sebab itu dalam perencanaan gedung tahan gempa, mekanisme keruntuhan kolom sedapat mungkin dihindari.



Gambar 3.1

Mekanisme khas yang terjadi pada portal rangka terbuka (Istimawan, 1994)

Apabila sistem goyangan pada suatu struktur telah ditentukan, tempat-tempat yang direncanakan terjadi sendi-sendi plastis untuk melepaskan energi harus ditentukan dan dibuatkan detailnya sedemikian rupa sehingga komponen struktur yang bersangkutan benar-benar berperilaku daktail.

SK SNI T-15-1991-03 menetapkan tingkat daktailitas rencana untuk struktur beton bertulang yang dibagi dalam 3 tingkatan berikut ini :

1. Tingkat daktilitas 1

Struktur beton bertulang diproporsikan sedemikian rupa sehingga ketentuan tambahan atas penyelesaian detail struktur hanya sedikit. Struktur sepenuhnya berperilaku elastis, $\mu = 1$ (dengan μ adalah daktilitas simpangan struktur). Beban gempa rencana dihitung berdasarkan faktor $K = 4$ (K adalah faktor jenis bangunan).

2. Tingkat daktilitas 2

Struktur beton bertulang diproporsikan berdasarkan suatu ketentuan penyelesaian detail khusus yang memungkinkan struktur memberikan respon inelastik terhadap beban bolak-balik yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas, $\mu = 2$. Kondisi demikian dinamakan juga sebagai daktilitas terbatas. Dalam hal ini beban gempa rencana harus diperhitungkan dengan menggunakan faktor K minimum = 2.

3. Tingkat daktilitas 3

Struktur beton bertulang diproporsikan berdasarkan suatu ketentuan penyelesaian detail khusus yang memungkinkan struktur memberikan respon inelastik terhadap beban bolak-balik dan mampu menjamin pengembangan mekanisme terbentuknya sendi plastis dengan kapasitas disipasi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan, $\mu = 4$. Kondisi ini dinamakan sebagai daktilitas penuh. Dalam hal ini beban gempa rencana harus diperhitungkan dengan menggunakan nilai faktor $K = 1$.

Pada prinsipnya, dengan Konsep Desain Kapasitas elemen-elemen utama penahan gempa dapat dipilih, direncanakan dan didetail sedemikian rupa, sehingga mampu memencarkan energi gempa dengan deformasi inelastis yang cukup besar tanpa runtuh, sedangkan elemen-elemen lainnya diberi kekuatan yang cukup, sehingga mekanisme yang telah dipilih dapat dipertahankan pada saat terjadi gempa kuat.

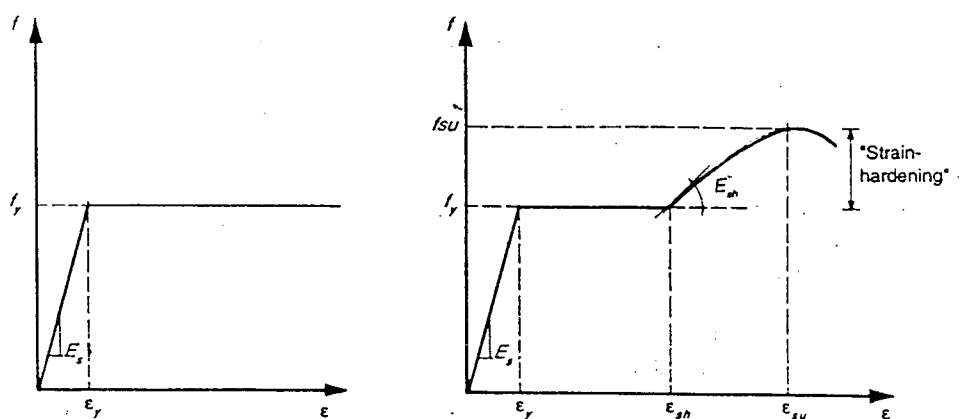
3.2 Peningkatan Kuat Lentur Balok

Mengetahui secara tepat kuat lentur daerah sendi plastis balok, yang sengaja direncanakan sebagai bagian yang lemah, merupakan hal yang sangat penting untuk memastikan kolom-kolom lebih kuat dan kegagalan getas akibat beban geser tidak terjadi lebih awal dari terbentuknya sendi-sendi plastis dengan deformasi lentur yang cukup besar. Namun kenyataannya sangatlah sulit untuk memperkirakan secara cukup akurat, kuat lentur balok saat mengalami deformasi inelastis akibat gempa kuat. Umumnya kuat lentur akibat balok dapat dipastikan lebih besar dari kuat nominalnya.

Faktor-faktor penyebab meningkatnya kuat lentur balok secara garis besar dapat dipaparkan sebagai berikut :

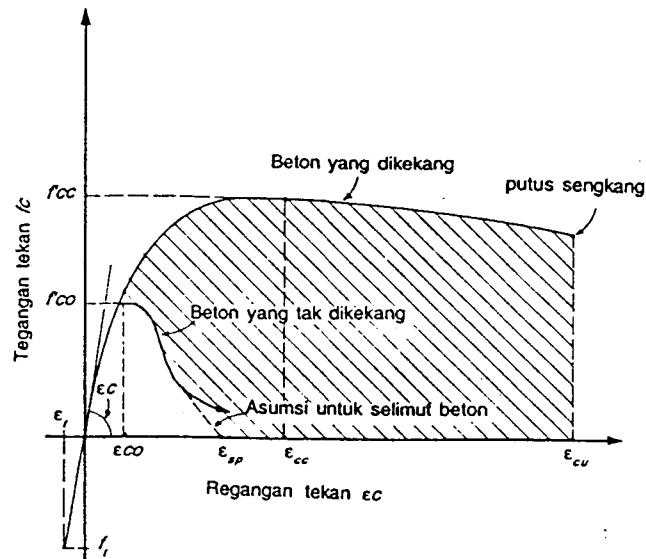
1. Kuat leleh aktual tulangan baja (f_y) umumnya lebih besar dari nilai nominalnya yang ditentukan dalam standar tata cara perencanaan.
2. Pengaruh "*strain-hardening*" pada tulangan baja tidak diperhitungkan dalam perencanaan seperti diilustrasikan pada gambar 3.2.

3. Kemungkinan bertambah besarnya kokoh tekan dan regangan tekan maksimum beton akibat adanya pengekangan yang baik, seperti diperlihatkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.2

Hubungan tegangan-regangan tulangan baja



Gambar 3.3.

**Hubungan tegangan-regangan tekan betón dengan
dan tanpa pengaruh penge kangan**

Guna memperhitungkan adanya kemungkinan peningkatan kuat lentur penampang balok di daerah sendi plastis, SK SNI T-15-1991-03 menentukan faktor penambahan kekuatan (*over strength factor*) ϕ_o sebesar 1.25 untuk $f_y < 400 \text{ MP}_a$ dan ϕ_o sebesar 1.40 untuk $f_y > 400 \text{ MP}_a$. Selanjutnya kapasitas lentur penampang balok dapat diperkirakan sebesar :

$$M_{kap,b} = \phi_o \cdot M_{nak,b} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :

$M_{nak,b}$: kuat lentur nominal aktual balok yang dihitung berdasarkan luas tulangan yang sebenarnya ada pada penampang yang ditinjau.

3.3 Pengaruh Beban Dinamis Pada Kolom

Pada mekanisme daktail yang dikehendaki untuk portal rangka terbuka, sebagian besar sendi plastis terjadi pada ujung-ujung akhir bentang balok. Bila daerah sendi plastis ini sudah direncanakan penulangannya, maka momen kapasitas balok dapat diperhitungkan sebagai momen rencana yang bekerja pada kolom. Masalahnya, penentuan besarnya bagian momen rencana yang harus diterima oleh kolom sebelah atas dan kolom sebelah bawah balok tidak mudah dilakukan. Pola pembagian momen dari hasil analisa elastis akibat beban statik ekuivalen hanya benar bila yang dominan ialah ragam pertama vibrasi struktur. Namun, akibat terjadinya plastifikasi pada sebagian besar elemen-elemen struktur, maka ragam-ragam vibrasi yang lebih tinggi menjadi cukup dominan, sehingga pola distribusi momen yang diperoleh dari hasil analisa elastis akan mengalami perubahan yang cukup besar.

Bila kemungkinan terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung kolom hendak dipastikan tidak terjadi di atas lantai dasar, maka distribusi momen yang memperhatikan pengaruh beban dinamis, harus dilakukan. Untuk mencapai maksud ini digunakan koefisien pembesar dinamis, ω_d seperti yang ditentukan dalam SK SNI T-15-1991-03, sehingga momen rencana kolom menjadi :

$$M_{u,k} = \omega_d \cdot \alpha_k \cdot 0.7 \sum M_{kap,b} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

ω_d : faktor pembesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan, yang nilainya harus diambil sebesar 1.3, kecuali ditingkat bawah dan tingkat atas nilainya harus diambil sebesar 1.0 dan ditingkat kedua dari atas nilainya harus diambil sebesar 1.15.

α_a : faktor distribusi momen elastis kolom portal.

$\sum M_{kap.b}$: jumlah momen kapasitas balok di sebelah kiri dan/atau kanan kolom, pada pusat join, yang berhubungan dengan kapasitas lentur aksial balok.

Faktor 0.7 : penjelasan tentang penggunaan faktor kompensasi terhadap penggunaan faktor reduksi $\phi < 1.0$ ini dapat dilihat pada lampiran 1 SK SNI T-15-1991-03.

Perlu pula diketahui, bahwa meskipun penampang kolom mungkin menjadi lebih besar kebutuhan tulangan memanjang bertambah sebagai konsekuensi penerapan persamaan 3.2, namun dengan adanya jaminan tidak akan terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung kolom diatas lantai dasar, beberapa keuntungan dapat diperoleh antara lain :

1. Kolom yang lebih sulit diperbaiki dari balok kini dilindungi dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi terhadap bahaya kerusakan.
2. Penyambungan tulangan memanjang kolom sebenarnya dapat dilakukan segera di atas lantai berikutnya, tidak perlu lagi direncanakan di tengah-tengah kolom seperti ditentukan dalam PPKGURDG 1987.
3. Karena respon inelastis bolak-balik tidak terjadi pada daerah ujung kolom, maka kontribusi beton terhadap kuat geser penampang dapat diperhitungkan, sehingga kebutuhan tulangan geser(senggang atau spiral) menjadi lebih sedikit.
4. Tuntutan daktilitas pada daerah ujung kolom di atas lantai dasar menjadi sangat kecil, bahkan dapat diabaikan, sehingga tidak lagi diperlukan sengkang atau spiral untuk pengekangan daerah sendi plastis kolom dan ini berarti tingkat kerapatan tulangan didaerah pertemuan balok-kolom dapat berkurang secara drastis.
5. Pencegahan terhadap lelehnya tulangan memanjang kolom menyebabkan pertemuan balok-kolom (sambungan rangka) berperilaku lebih baik.
6. Sedikit lebih besarnya penampang kolom justru memperbaiki pengangkutan tulangan lentur balok yang seringkali sulit terpenuhi di daerah pertemuan balok-kolom (sambungan rangka).

3.4 Kualitas Pendetailan

3.4.1 Pendetailan Di Daerah Sendi Plastis Balok

Beban gempa bersifat siklis bolak-balik, sehingga dapat menyebabkan penampang-penampang ujung balok di daerah sendi plastis mengalami momen positif dan momen negatif secara bergantian. Hal ini dapat mengakibatkan keretakan pada seluruh penampang beton di daerah sendi plastis, karena baik serat atas maupun serat bawah penampang pada gilirannya akan mengalami regangan tarik di luar batas kemampuan beton untuk menahannya.

Akibat keretakan beton yang terjadi pada seluruh penampang dan karena adanya tulangan tekan, maka kontribusi beton dalam memikul tekanpun menjadi tidak berarti. Sebagian besar momen lentur yang terjadi dipikul, melalui suatu reaksi gaya dalam, oleh tulangan-tulangan lentur balok. Agar tulangan-tulangan lentur ini dapat berfungsi dengan baik diperlukan sengkang-sengkang untuk menjamin penampang beton yang telah retak tetap berada dalam satu kesatuan.

Paulay (1991), besarnya tuntutan daktilitas kurvatur menyebabkan regangan tarik inelastis yang besar pula. Saat beban berbalik, maka tulangan yang telah bertambah panjang akan mengalami tekan dan kekakuannya berkurang, karena "*Bauschinger Effect*", sehingga kemungkinan akan terjadi tekuk inelastis prematur seiring dengan meningkatnya gaya tekan pada tulangan tersebut. Di samping itu, batang

tulangan tekan mengalami gaya lateral akibat desakan ke arah samping oleh beton di dalam inti penampang yang dikekang. Seperti terlihat pada Gambar 3.3, untuk mencegah terjadinya tekuk inelastis prematur, khususnya setelah terkelupasnya selimut beton akibat terlampauinya regangan tekan batas maksimum, dibutuhkan penyokong-penyokong lateral batang tulangan tekan berupa sengkang-sengkang tertutup.

SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan, bahwa tulangan transversal berupa sengkang tertutup, harus dipasang di daerah sendi plastis sepanjang dua kali tinggi komponen struktur ($2h$) di ukur dari muka kolom ke arah tengah bentang, dengan spasi maksimum yang tidak melebihi :

1. 0.25 tinggi manfaat balok,
2. 8 kali diameter tulangan lentur terkecil,
3. 200 mm,

$$4. 1600 \frac{f_{y,t} \cdot A_{s,t}}{\sum A_{s,l} \cdot f_{y,l}}$$

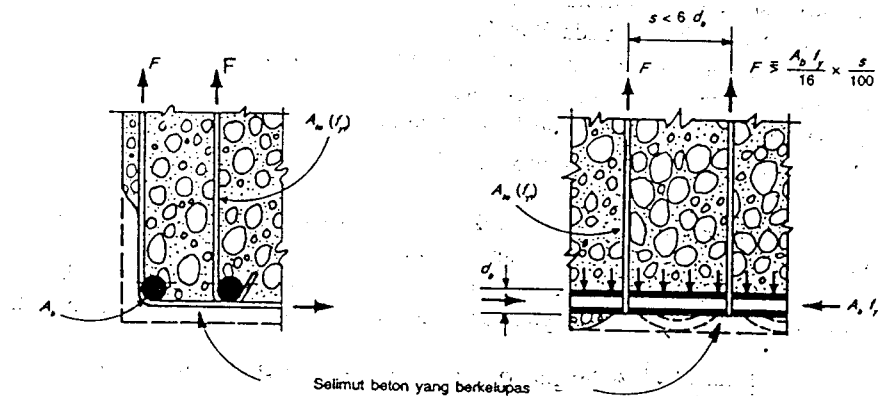
dengan :

$A_{s,t}$: luas satu kaki tulangan transversal

$A_{s,l}$: jumlah luas tulangan longitudinal yang harus disokong

$f_{y,t}$: kuat leleh tulangan transversal

$f_{y,l}$: kuat leleh tulangan longitudinal



Gambar 3.4

Tulangan sengkang sebagai penyokong lateral untuk mencegah tekuk inelastis prematur tulangan tekan longitudinal di daerah sendi plastis

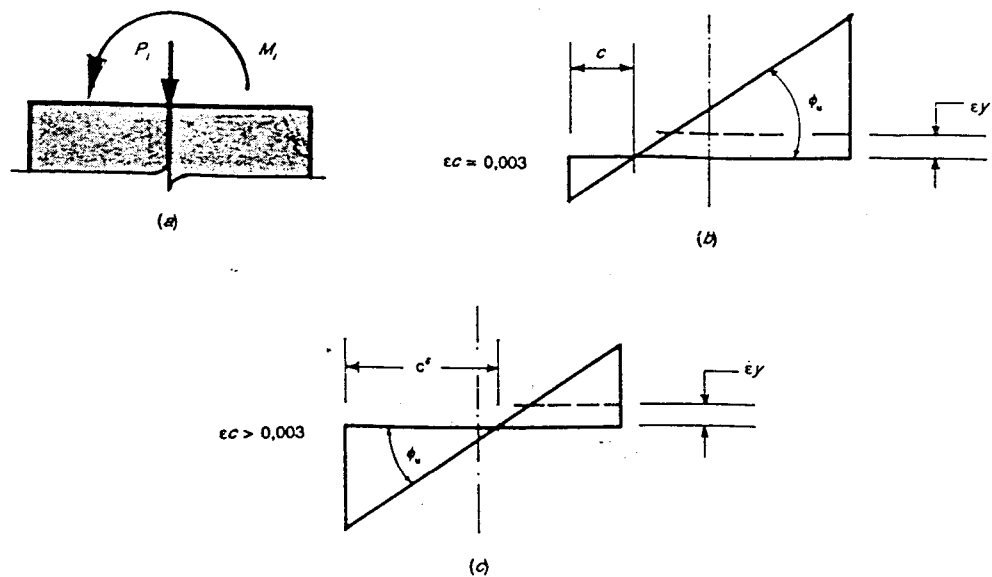
3.4.2 Pendetailan Daerah Sendi Plastis Kolom

Kolom-kolom dengan beban aksial tekan yang kecil akan berperilaku serupa dengan balok, sehingga semua persyaratan untuk perencanaan tulangan transversal pada balok dapat diterapkan pada kolom. Namun jika besarnya beban aksial cukup berarti, daktailitas kurvatur yang tersedia pada daerah sendi plastis dapat tercapai cukup besar, hanya apabila regangan tekan beton dapat ditingkatkan beberapa kali diatas regangan batas maksimumnya, yaitu 0.003. Fenomena ini secara lebih jelas diilustrasikan pada gambar 3.5. Tampak pada Gambar 3.5.a suatu kolom yang menerima gaya normal P dan momen M. Apabila P tidak terlalu besar, maka kurvatur

maksimum ϕ_u dapat tercapai tanpa disertai regangan tekan beton yang terlalu besar (Gambar 3.5.b).

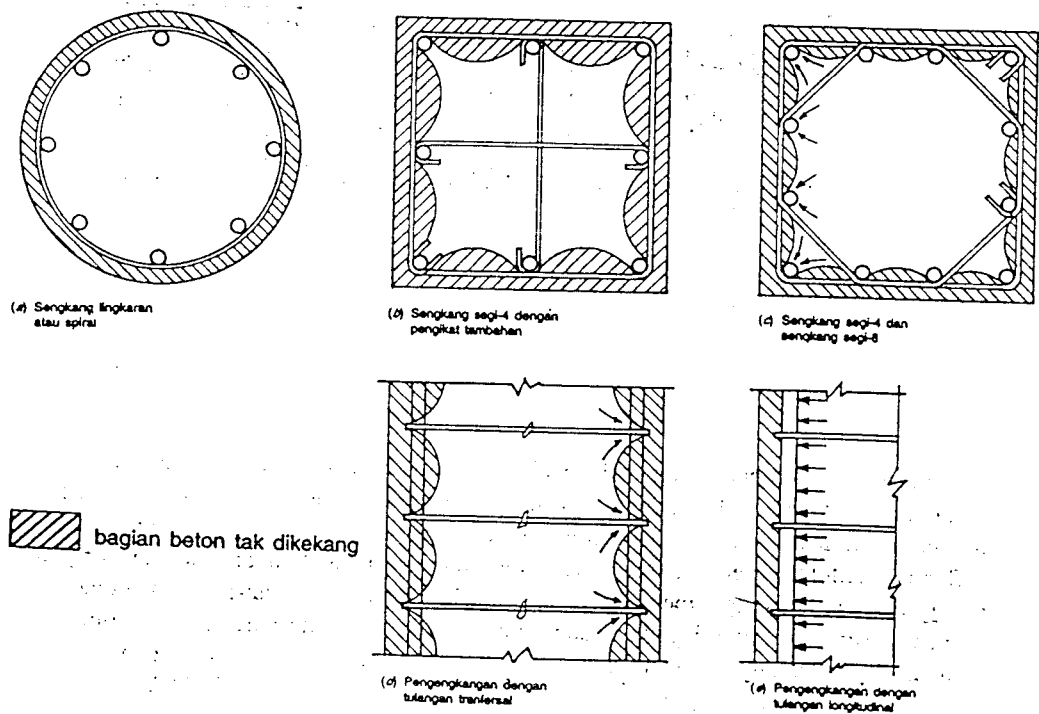
Sebaliknya gaya normal P yang besar menuntut daerah tekan lentur pada penampang kolom yang lebih besar pula. Oleh karena itu, untuk tetap dapat mencapai kurvatur maksimum, ϕ_u yang sama diperlukan regangan tekan beton yang lebih besar (Gambar 3.5.c).

Peningkatan regangan tekan beton hanya dapat tercapai apabila penampang kolom dikekang sedemikian rupa untuk mencegah bertambah luasnya beton pada penampang inti dalam arah lateral, seperti diilustrasikan pada Gambar 3.6. Akibat efek pengekangan regangan dan tegangan tekan beton dapat meningkat seperti yang telah diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.5

Diagram regangan penampang kolom dengan beban aksial kecil dan besar



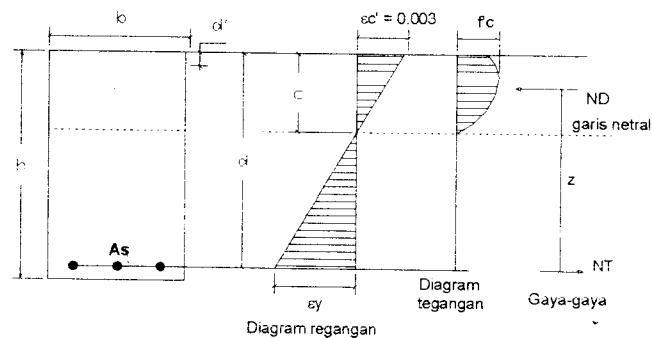
Gambar 3.6

Penyengkangan penampang kolom dengan tulangan transversal dan longitudinal

3.5 Perencanaan Balok Tahan Gempa

Perencanaan balok tahan gempa meliputi perencanaan tulangan lentur dan perencanaan tulangan geser. Perencanaan tulangan lentur balok pada struktur tahan gempa pada prinsipnya sama dengan perencanaan tulangan lentur balok pada struktur yang tidak direncanakan untuk menahan gaya gempa. Hanya saja ada beberapa persyaratan tambahan atau kenaikan nilai syarat yang bertujuan untuk menaikkan faktor keamanan struktur tersebut.

Secara umum jika sebuah balok dibebani oleh suatu beban ultimit, maka diagram regangan dan tegangannya dapat digambarkan seperti pada gambar 3.7 di bawah ini.



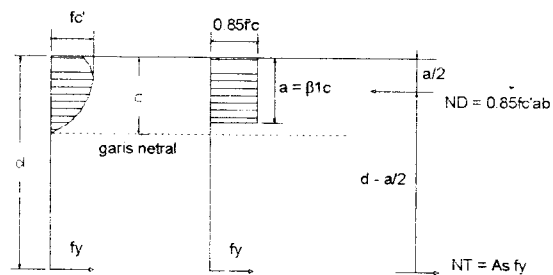
Gambar 3.7

Balok yang menahan momen ultimit

Dengan N_D adalah resultante gaya tekan dalam yang besarnya ditentukan dari luas blok tegangan tekan aktual dikalikan kuat tekan betonnya, sedangkan N_T adalah resultante gaya tarik dalam yang nilainya sebesar luas total tulangan dikalikan tegangan leleh bajanya. Kedua gaya ini mempunyai arah kerja yang sejajar, nilai yang sama besar, tetapi berlawanan arah dan dipisahkan dengan jarak sebesar z sehingga membentuk kopel momen tahanan dalam yang nilai maksimumnya merupakan momen tahanan penampang struktur terlentur.

Penentuan momen tahanan dalam aktual bukan merupakan pekerjaan yang mudah sehubungan dengan bentuk diagram tegangan tekan di atas garis netral yang berbentuk garis lengkung, sehingga menyulitkan proses penentuan besarnya N_D dan nilai z .

Untuk tujuan penyederhanaan maka Whitney mengusulkan bentuk persegi panjang sebagai distribusi tegangan beton ekivalen, seperti pada gambar 3.8 di bawah ini.



Gambar 3.8

Blok Tegangan Ekivalen Whitney

Nilai a ditentukan sebesar :

$$a = \beta_1 \cdot c \dots\dots\dots(3.3)$$

$$N_D = 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a \dots\dots\dots(3.4)$$

$$N_T = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots(3.5)$$

dengan :

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \frac{600}{f_y + 600} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$c_b = \frac{\rho_b \cdot d \cdot f_y}{(0.85 \cdot f'_c) \cdot \beta_1} \dots\dots\dots(3.7)$$

dengan :

ρ : rasio penulangan

ρ_b : rasio penulangan pada kondisi penulangan seimbang

c_b : jarak garis netral kesisi terluar beton yang tertekan pada kondisi penulangan seimbang

β_1 : konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

SK SNI T-15-1991-03 menetapkan nilai β_1 dengan ketentuan :

Jika $f'_c < 30MP_a$ maka $\beta_1 = 0.85$

Jika $30MP_a < f'_c < 55MP_a$, maka $\beta_1 = 0.85 - 0.008(f'_c - 30)$

Jika $f'_c > 55MP_a$, maka $\beta_1 = 0.65$

Untuk beton bertulang tahan gempa, luas tulangan baja tarik harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI T-15-1991-03, yaitu :

$$1.4 \cdot \frac{b_w \cdot d}{f_y} < A_s < 7 \cdot \frac{b_w \cdot d}{f_y} \dots\dots\dots (3.8)$$

3.5.1 Balok Bertulangan Tunggal

Suatu balok beton direncanakan sebagai balok beton bertulangan lentur tunggal saja apabila, penampang balok beton yang ada tersebut mampu menghasilkan gaya dalam yang minimal sama dengan besar momen yang terjadi akibat beban luar yang bekerja pada balok tersebut, sehingga tulangan cukup diperhitungkan untuk daerah tarik saja. Dalam perencanaan balok beton bertulangan lentur tunggal, kekuatan yang mampu dihasilkan oleh balok dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$M_R = \phi N_D z \text{ atau } M_R = \phi N_T z \dots\dots\dots (3.9)$$

kemudian persamaan (3.4) atau persamaan (3.5) disubstitusikan ke persamaan (3.9) diperoleh :

$$M_R = \phi \cdot 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) \text{ atau } M_R = \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{(0.85 \cdot f_c') \cdot b} \dots\dots\dots (3.11)$$

karena :

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \text{ atau } A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(3.12)$$

maka :

$$a = \frac{\rho \cdot b \cdot d \cdot f_y}{(0.85 \cdot f_c') \cdot b} = \frac{\rho \cdot d \cdot f_y}{(0.85 \cdot f_c')} \dots\dots\dots(3.13)$$

kemudian ditetapkan $\omega = \frac{\rho \cdot f_y}{f_c'}$

maka :

$$a = \omega \cdot \frac{d}{0.85} \dots\dots\dots(3.14)$$

persamaan (3.14) disubstitusikan ke persamaan (3.10), diperoleh :

$$M_R = \phi \cdot (0.85 \cdot f_c') \cdot (b) \cdot \left(\omega \cdot \frac{d}{0.85} \right) \cdot \left\{ d - \omega \cdot \frac{d}{2 \cdot (0.85)} \right\}$$

$$M_R = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_c' \cdot \omega \cdot (1 - 0.59 \cdot \omega) \dots\dots\dots(3.15)$$

dari persamaan (3.15) ditetapkan bahwa :

$$k = f_c' \cdot \omega \cdot (1 - 0.59 \cdot \omega) \dots\dots\dots(3.16)$$

Kuat momen dari pasangan kopel tulangan baja tekan dengan tulangan baja tarik tambahan dihitung sebagai berikut :

$$M_{n2} = N_{T2} \cdot z_2 \dots\dots\dots(3.18)$$

dengan :

M_{n2} : kuat momen nominal akibat baja tarik tambahan

N_{T2} : gaya tarik akibat baja tarik tambahan

z_2 : jarak antara titik berat tulangan baja tarik dan baja tekan

dengan menganggap tulangan baja tarik telah luluh, sehingga $f_s' = f_y$, diperoleh :

$$M_{n2} = A_{s2} \cdot f_y \cdot (d - d') \dots\dots\dots(3.19)$$

sehingga keseimbangan gaya-gaya : $\sum(H) = 0$, dengan $N_{D2} = N_{T2}$, maka :

$$A_s' \cdot f_y' = A_{s2} \cdot f_y \dots\dots\dots(3.20)$$

dengan :

A_s' : luas tulangan baja tekan (mm^2)

f_y' : kuat luluh baja tekan (Mpa)

Bila dianggap baja tekan sudah luluh, sehingga $f_s' = f_y$ dan $A_s' = A_{s2}$, maka :

$$M_{n2} = A_s' \cdot f_y \cdot (d - d') \dots\dots\dots(3.21)$$

sedangkan kuat momen pasangan kopel gaya beton tekan dengan tulangan baja tarik dihitung sebagai berikut :

$$M_{n1} = N_{T1} \cdot z_1 \dots\dots\dots(3.22)$$

dengan :

M_{n1} : kuat momen akibat tulangan baja tarik

N_{T1} : gaya tarik akibat tulangan baja tarik

z_1 : jarak antara titik berat penampang beton dengan tulangan baja tarik

dengan menganggap tulangan baja tarik telah luluh $f_s = f_y$, maka :

$$M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) \dots\dots\dots(3.23)$$

karena :

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}, \quad \text{maka } A_{s1} = A_s - A_{s2}, \text{ dan}$$

$$A_{s2} = A_s', \quad \text{maka } A_{s1} = A_s - A_s'$$

sehingga :

$$M_{n1} = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) \dots\dots\dots(3.24)$$

Dengan menjumlahkan kedua momen tersebut, didapat kuat momen ideal total balok bertulangan rangkap, yaitu :

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$M_n = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) + A_s' \cdot f_y \cdot (d - d') \dots\dots\dots(3.25)$$

sedangkan untuk kapasitas momen tahanan M_R diperoleh dengan mengalikan momen tahanan ideal dengan faktor reduksi ϕ

SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan bahwa untuk beton bertulang tahan gempa disyaratkan kuat momen positif pada sisi muka *joint* tidak boleh kurang dari $\frac{1}{2}$ kuat momen negatif yang disediakan pada sisi muka *joint* tersebut. Pada sembarang penampang komponen struktur tersebut kuat momen positif maupun kuat momen negatif tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung *joint*. Kemudian perencanaan selanjutnya digunakan persamaan 3.1 untuk memperkirakan kapasitas lentur penampang balok :

$$M_{kap,b} = \phi_o \cdot M_{nak,b}$$

3.5.3 Perencanaan Tulangan Geser Balok

Selain harus memenuhi syarat-syarat lentur, balok lentur juga harus aman terhadap terjadinya keruntuhan prematur karena adanya tarik diagonal pada beton, sebagai akibat bekerjanya kombinasi tegangan geser dan tegangan lentur. Menurut SK SNI T-15-1991-03, kapasitas kemampuan beton dalam menahan gaya geser V_c (tanpa penulangan geser) adalah :

$$V_c = (\sqrt{f_c'} / 6) \cdot b_w \cdot d \dots\dots\dots(3.26)$$

dengan :

V_c : kuat geser nominal yang disumbangkan beton, kN

f_c' : kuat desak beton yang disyaratkan, MPa

b_w : lebar badan balok, mm

d : tinggi efektif balok, mm

Dalam perencanaan geser untuk komponen struktur tahan gempa, SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan bahwa untuk daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis, besarnya gaya geser yang disumbangkan oleh beton V_c dianggap sama dengan nol.

Besarnya gaya geser rencana V_u yang harus ditahan oleh komponen struktur lentur tahan gempa dengan tingkat daktailitas 3, menurut SK SNI T-15-1991-03 adalah :

$$V_{u,b} = 0.7 \cdot \left(\frac{M_{kap} + M_{kap}'}{I_n} \right) + 1.05 \cdot V_g \dots\dots\dots (3.27)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,b} = 1.05 \cdot \left(V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4.0}{K} \cdot V_{E,b} \right) \dots\dots\dots (3.28)$$

dengan :

M_{kap} : momen kapasitas balok portal di sendi plastis pada bidang muka kolom yang dihitung berdasarkan luas baja tulangan yang terpasang dengan tegangan tarik baja tulangan diambil sebesar $1.25 f_y$.

M_{kap}' : momen kapasitas balok portal di sendi plastis pada bidang muka kolom sebaliknya, yang dihitung berdasarkan luas baja tulangan yang terpasang dengan tegangan tarik baja tulangan diambil sebesar $1.25 f_y$.

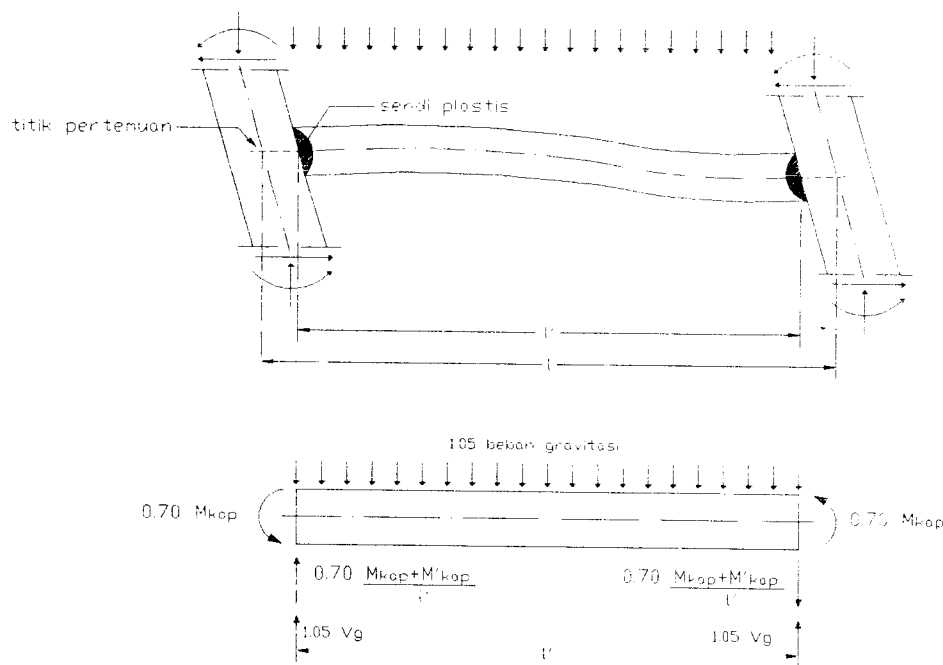
I_n : bentang bersih balok portal.

$V_{D,b}$: gaya geser balok akibat beban mati.

$V_{L,b}$: gaya geser balok akibat beban hidup.

$V_{E,b}$: gaya geser balok akibat beban gempa.

V_g : gaya geser balok portal pada bidang muka kolom akibat berat sendiri balok dan beban gravitasi.



Gambar 3.10

Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya

Apabila akibat beban yang bekerja pada suatu komponen struktur lentur maka tambahan kekuatan gaya geser dapat diperoleh dengan memberikan tulangan

geser/senggang dalam jarak tertentu pada komponen struktur lentur tersebut sehingga diperoleh :

$$V_{u,b} \leq \phi \cdot (V_c + V_s) \dots\dots\dots (3.29)$$

dan besarnya gaya geser yang dapat disumbangkan oleh sengkang tegak ialah :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \dots\dots\dots (3.30)$$

sedangkan untuk sengkang miring :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \dots\dots\dots (3.31)$$

dengan :

V_s : kuat geser yang disumbangkan oleh sengkang, kN

f_y : kuat leleh tulangan sengkang, Mpa

d : tinggi efektif balok, mm

A_v : luas tulangan geser dalam daerah jarak s , mm²

α : sudut kemiringan tulangan sengkang

s : jarak pusat ke pusat batang tulangan geser ke arah sejajar tulangan pokok memanjang.

SK SNI T-15-1991-03 juga mensyaratkan, pada sepanjang 2 kali tinggi diukur dari muka komponen pendukung ke arah tengah bentang, di kedua ujung komponen struktur lentur harus dipasang sengkang tertutup. Sengkang tertutup pertama harus

dipasang tidak boleh lebih dari 50 mm diukur dari sisi muka komponen struktur pendukung dan jarak spasi maksimum yang diperbolehkan tidak boleh lebih dari :

- a. seperempat tinggi efektif balok,
- b. delapan kali diameter tulangan memanjang terkecil,
- c. dua puluh empat kali diameter tulangan baja sengkang,

$$d. \frac{1600 \cdot f_y \cdot A_{s1}}{[(A_{s,a} + A_{s,b}) \cdot f_y]} \dots\dots\dots (3.32)$$

dengan :

$A_{s,1}$: luas satu kaki tulangan sengkang,

$A_{s,a}$: luas tulangan longitudinal atas,

$A_{s,b}$: luas tulangan longitudinal bawah,

f_y : kuat leleh tulangan longitudinal.

3.6 Perencanaan Kolom Tahan Gempa

Untuk perencanaan bangunan tahan gempa, keruntuhan akibat kegagalan kolom sedapat mungkin untuk dihindari karena keruntuhan jenis ini cenderung terjadi secara mendadak dan hanya terkonsentrasi pada salah satu lantai terlemah saja. Oleh karena itu dalam perencanaan struktur kolom harus diperhatikan secara cermat dengan memberikan cadangan kekuatan yang lebih tinggi daripada untuk komponen struktur lainnya sehingga pada saat bangunan dikenai beban gempa besar, kolom-kolom pada bangunan tersebut (kecuali kolom lantai dasar) masih dalam kondisi

elastis, sedangkan pada ujung-ujung balok dan kolom dasarnya telah terjadi sendi plastis.

Kolom tahan gempa harus mampu menahan gaya lentur rencana minimum sebesar :

$$M_{u,k} = \frac{h'_k}{h_k} \cdot 0.7 \cdot \omega_d \cdot \alpha_k \cdot \left(\frac{I_{ki}}{I_{ki'}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I_{ka'}} M_{kap,ka} \right) \dots\dots\dots (3.33)$$

tetapi dalam segala hal tak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,k} = 1.05 \cdot \left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4.0}{K} \cdot M_{E,k} \right) \dots\dots\dots (3.34)$$

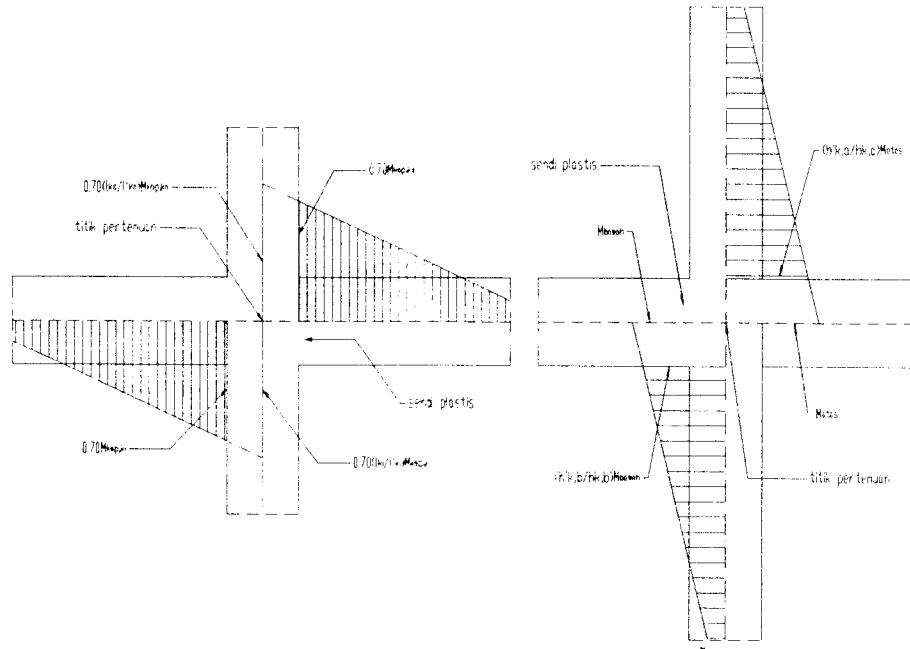
$$M_{kup,b} = \phi_0 M_{nak,b} \dots\dots\dots (3.35)$$

dengan :

ω_d : faktor pembesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan, yang nilainya harus diambil sebesar 1.3, kecuali ditingkat bawah dan tingkat atas nilainya harus diambil sebesar 1.0 dan ditingkat kedua dari atas nilainya harus diambil sebesar 1.15.

α_k : faktor distribusi momen kolom portak yang ditinjau sesuai dengan kekakuan relatif kolom atas dan kolom bawah.

- $M_{kap,ki}$: momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom.
- $M_{kap,ka}$: momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom.
- $M_{D,k}$: momen pada kolom akibat beban mati.
- $M_{L,k}$: momen pada kolom akibat beban hidup.
- $M_{E,k}$: momen pada kolom akibat beban gempa.
- $M_{nak,b}$: kuat momen lentur aktual balok
- h_k : tinggi kolom portal diukur dari titik pertemuan ke titik pertemuan.
- h'_k : tinggi bersih kolom portal.
- l_k : bentang balok portal diukur dari titik pertemuan ke titik pertemuan.
- l'_k : bentang bersih balok portal.
- K : faktor jenis struktur



Gambar 3.11

Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis pada ujung balok sebelah kiri dan kanan

Selain itu kolom juga direncanakan terhadap gaya aksial rencana, $N_{u,k}$ minimal sebesar :

$$N_{u,k} = R_v \cdot 0.70 \cdot \left(\frac{M_{kap,ki} + M_{kap,ki}'}{l_{ki}'} + \frac{M_{kap,ka} + M_{kap,ka}'}{l_{ka}'} \right) + 1.05 \cdot N_g \dots\dots\dots (3.36)$$

tetapi dalam segala hal tidak boleh lebih dari :

$$N_{u,k} = 1.05 \cdot \left(N_{g,k} + \frac{4.0}{K} \cdot N_{E,k} \right) \dots\dots\dots (3.37)$$

dengan :

R_v : faktor reduksi gaya aksial kolom portal untuk memperhitungkan pengaruh terbentuknya sendi plastis yang tidak pada semua balok portal di dalam struktur, yang nilainya harus diambil sebagai berikut:

$$R_v = 1.0 \quad \text{untuk } 1 < n \leq 4$$

$$R_v = 1.10 - 0.025n \quad \text{untuk } 4 < n \leq 20$$

$$R_v = 0.6 \quad \text{untuk } n > 20$$

n : jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau.

$N_{g,k}$: gaya aksial kolom portal akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat join.

$N_{E,k}$: gaya aksial kolom akibat beban gempa terfaktor pada pusat join.

Selain mensyaratkan dimensi minimal SK SNI T-15-1991-03 juga mensyaratkan tentang penulangan kolom tahan gempa, untuk tulangan memanjang rasio penulangan ρ , tidak boleh kurang dari 0.01 dan tidak boleh lebih dari 0.06 dari luas penampang kolom, sedangkan untuk daerah sambungan tidak boleh lebih dari 0.08.

Jarak pemasangan tulangan sengkang tidak boleh melebihi :

1. seperempat kali dimensi komponen struktur terkecil,
2. delapan kali diameter tulangan memanjang,
3. seratus milimeter.

3.6.1 Kolom Eksentrisitas Kecil

SK SNI T-15-1991-03 menentukan bahwa didalam praktek tidak akan ada kolom yang dibebani tanpa terjadi eksentrisitas. Maka sebagai tambahan faktor reduksi kekuatan untuk perhitungan eksentrisitas minimum, peraturan memberikan ketentuan bahwa kekuatan nominal kolom dengan pengikat sengkang direduksi 20% dan untuk kolom dengan pengikat spiral direduksi 15%. Ketentuan tersebut diatas akan memberikan persamaan kuat beban aksial maksimum yang mampu dikerahkan oleh penampang kolom beton bertulang adalah :

1. untuk kolom dengan tulangan pengikat berupa sengkang

$$\phi P_{n(maks)} = 0.80 \cdot \phi \cdot \{0.85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} \dots\dots\dots (3.38)$$

2. untuk kolom dengan tulangan pengikat berupa spiral

$$\phi P_{n(maks)} = 0.85 \cdot \phi \cdot \{0.85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} \dots\dots\dots (3.39)$$

dengan :

$$\phi_{sengkangbiasa} = 0.65 \text{ dan } \phi_{sengkangspiral} = 0.70$$

A_g : luas kotor penampang lintang kolom, mm

A_{st} : luas total penampang penulangan memanjang, mm

P_n : kuat beban aksial nominal dengan eksentrisitas tertentu

bila :

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} \quad \text{atau} \quad A_{st} = \rho_g \cdot A_g$$

persamaan (3.38) dan (3.39) dapat dimodifikasi menjadi :

untuk kolom dengan pengikat berupa sengkang

$$\begin{aligned} \phi P_{n(maks)} &= 0.80 \cdot \phi \cdot \{0.85 \cdot f_c' (A_g - \rho_g \cdot A_g) + f_y \cdot \rho_g \cdot A_g\} \\ \phi P_{n(maks)} &= 0.80 \cdot \phi \cdot A_g \cdot \{0.85 \cdot f_c' (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g\} \dots\dots\dots (3.40) \end{aligned}$$

karena $P_u \leq \phi \cdot P_{n(maks)}$, maka dapat disusun persamaan $A_{g(perlu)}$ berdasarkan persamaan (3.40), yaitu :

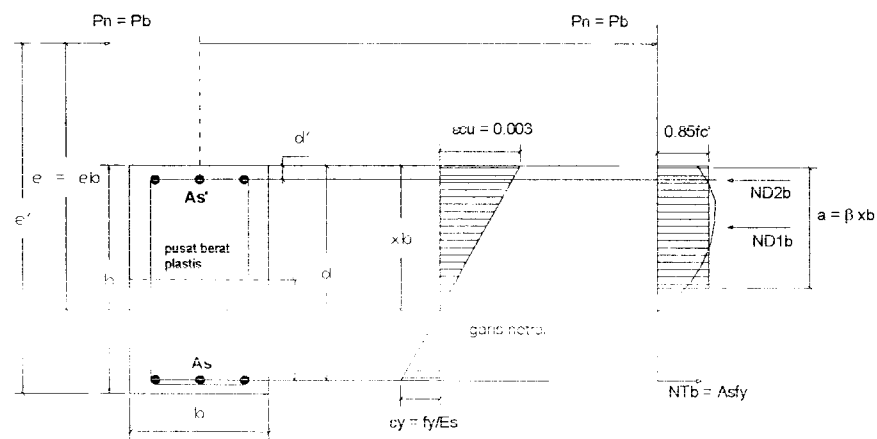
$$A_{g(perlu)} = \frac{P_u}{0.80 \cdot \phi \cdot \{0.85 \cdot f_c' (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g\}} \dots\dots\dots (3.41)$$

Dengan menggunakan cara yang sama, untuk kolom dengan pengikat berupa tulangan spiral diperoleh :

$$A_{g(perlu)} = \frac{P_u}{0.85 \cdot \phi \cdot \{0.85 \cdot f_c' \cdot (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g\}} \dots \dots \dots (3.42)$$

3.6.2 Kolom Eksentrisitas Besar

Pada kolom eksentrisitas besar, berdasarkan regangan yang terjadi pada tulangan baja, awal kehancuran atau keruntuhan penampang kolom dapat dibedakan menjadi 2 kondisi, yaitu kehancuran karena tarik yang diawali dengan luluhnya tulangan tarik dan kehancuran tekan yang diawali dengan hancurnya beton tekan. Apabila $e > e_b$ atau $P_n < P_{nb}$ akan terjadi kehancuran karena tarik, sedangkan apabila $P_n > P_{nb}$ atau $e < e_b$, maka akan terjadi keruntuhan akibat desak, yang diawali dengan luluhnya beton. Dengan menggunakan penampang persegi seperti pada gambar 3.12, keadaan keseimbangan regangan memberikan :



Gambar 3.12

Keadaan keseimbangan regangan penampang kolom persegi (Istimawan, 1994)

$$\frac{c_b}{d} = \frac{0.003}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003}$$

dengan memasukkan nilai $E_s = 200.000$ MPa, maka didapat :

$$c_b = \frac{600(d)}{600 + f_y} \dots\dots\dots(3.43)$$

keseimbangan gaya-gaya mensyaratkan :

$$P_b = N_{D1b} + N_{D2b} - N_{Tb}$$

dengan :

$$N_{D1b} = 0.85 f_c' a b = 0.85 f_c' \beta_1 c_b b$$

$$N_{D2b} = A_s' f_y$$

$$N_{Tb} = A_s f_y$$

apabila baja tulangan tekan telah luluh pada keadaan keseimbangan regangan, maka :

$$P_b = 0.85 f_c' \beta_1 c_b b + A_s' (f_y - 0.85 f_c') - A_s f_y \dots\dots\dots(3.44)$$

Pada penampang kolom pendek yang dibebani beban aksial eksentrisitas besar, yaitu $e > e_b$ atau $Pn < P_{nb}$, awal keruntuhan diawali dengan luluhnya tulangan baja tarik. Keseimbangan gaya-gaya $\sum H = 0$, pada penampang kolom pendek dengan

beban eksentrisitas besar adalah apabila tulangan tekan dan tarik simetris dan keduanya sudah luluh, maka :

$$P_n = 0.85 f_c' b a$$

dengan melakukan substitusi nilai P_n diperoleh :

$$P_{ne} = P_n \frac{h}{2} - \frac{P_n}{1.7 f_c' b} + A_s f_y (d - d')$$

$$\frac{(P_n)^2}{1.7 f_c' b} - P_n \left(\frac{h}{2} - e \right) - A_s f_y (d - d') = 0 \dots\dots\dots (3.45)$$

dari persamaan (3.45) kemudian diperoleh persamaan untuk P_n sebagai berikut :

$$P_n = 0.85 f_c' b \left[\left(\frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2 A_s f_y (d - d')}{0.85 f_c' b}} \right] \dots\dots\dots (3.46)$$

Untuk kolom yang hancur karena tekan, atau $P_n > P_{nb}$, maka besarnya nilai P_n dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan Whitney untuk kolom persegi, yaitu :

$$P_n = \frac{A_s f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0.50} + \frac{b h f_c'}{\frac{3 h e}{d^2} + 1.18} \dots\dots\dots (3.47)$$

3.6.3 Kolom Langsing

Sebuah kolom digolongkan sebagai kolom langsing apabila dimensi penampang melintang kolom tersebut kecil bila dibandingkan dengan tinggi bebasnya. Tingkat kelangsingan suatu kolom biasanya dinyatakan dalam rasio kelangsingan, yaitu :

$$\frac{kl_u}{r}$$

dengan :

k : faktor panjang efektif kolom yang tergantung pada jenis dukungan, yaitu :

1. kedua ujungnya sendi, tidak bergerak lateral, $k = 1.0$
2. kedua ujungnya jepit, $k = 0.5$
3. satu ujung jepit, ujung lain bebas, $k = 2.0$
4. kedua ujungnya terjepit, ada gerak lateral, $k = 1.0$

l_u : panjang bebas kolom

r : jari-jari putaran potongan melintang kolom = $\sqrt{I/A}$

SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.11 ayat 4 memberikan 2 batasan penggolongan kolom langsing, yaitu :

1. kolom dengan pengaku lateral

$$\frac{kl_u}{r} > 34 - 12 \left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}} \right) \dots\dots\dots (3.48)$$

2. kolom tanpa pengaku lateral

$$\frac{kl_u}{r} > 22 \dots\dots\dots (3.49)$$

Bila nilai kl_u / r lebih besar dari 100, maka dimensi kolom harus diperbesar.

Apabila suatu kolom memiliki angka kelangsingan yang cukup tinggi, maka kolom tersebut akan tertekuk bila dicapai batas beban aksial tertentu atau lebih dikenal dengan istilah beban tekuk Euler, yang dapat diperoleh melalui persamaan berikut yaitu :

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2} \dots\dots\dots (3.50)$$

dengan :

P_c : beban tekuk Euler

EI : kekakuan kolom

BAB IV

PROGRAM KOMPUTER

4.1. Bahasa Pemrograman

Pembuatan program komputer pada tugas akhir ini menggunakan bahasa pemrograman Delphi yang merupakan pengembangan dari bahasa Pascal.

Delphi menggunakan teknik pemrograman OOP atau *Object Oriented Programming* , yaitu suatu teknik pemrograman yang berorientasi obyek. Secara garis besar tahap penyusunan program dengan teknik OOP adalah sebagai berikut :

1. menyusun sebuah program utama yang akan menentukan kerangka dan alur program secara global,
2. menentukan objek-objek yang akan dipakai untuk melengkapi program,
3. menentukan properti internal dan eksternal objek.

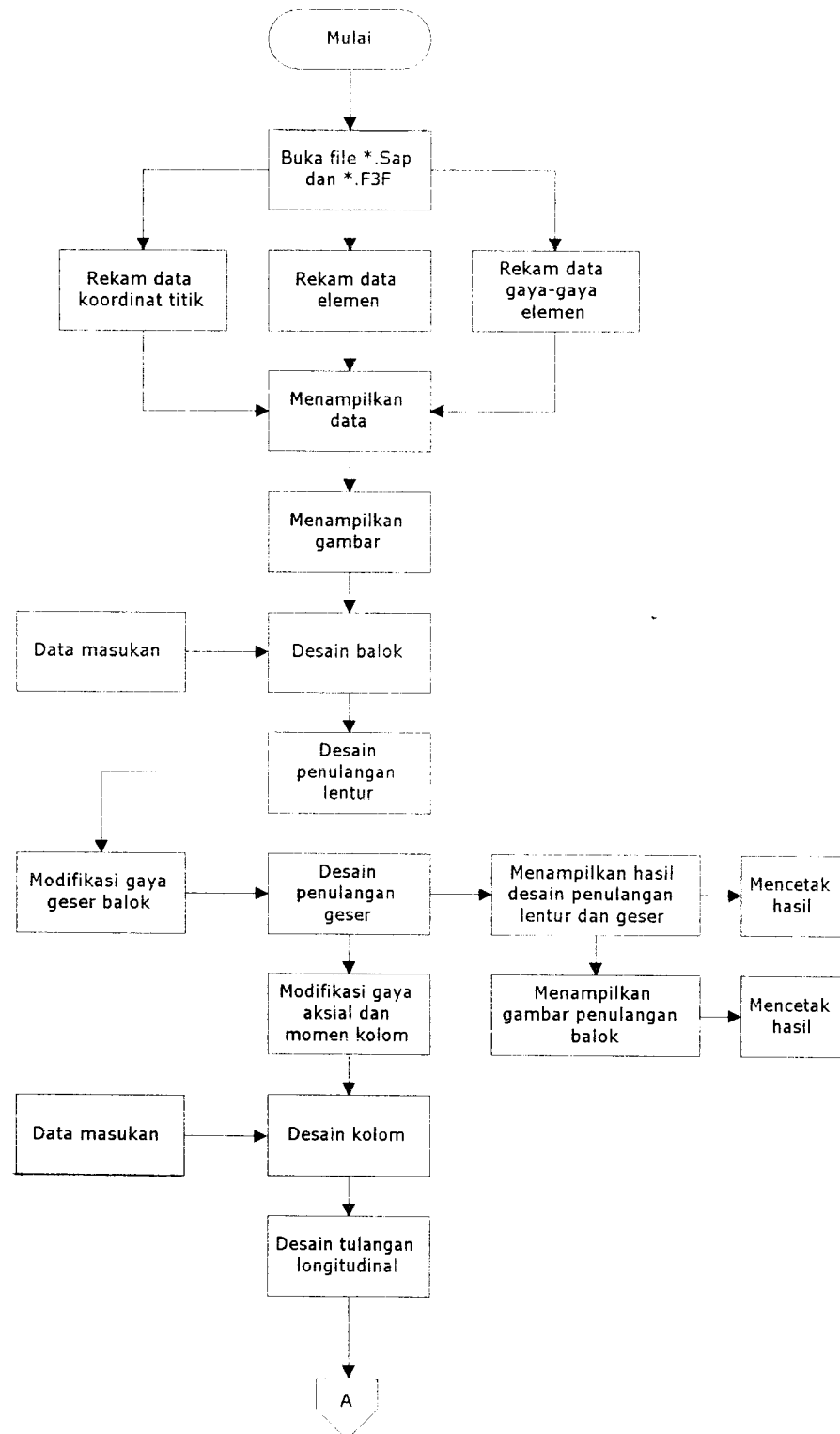
Agar struktur program lebih teratur maka Delphi memilah program menjadi dua bagian utama, yaitu bagian primer dan sekunder. Bagian primer berupa file program yang mengkoordinasi keseluruhan program, file ini disebut file proyek dan dicirikan dengan ekstensi *.dpr. Sedangkan bagian sekunder merupakan bagian yang melaksanakan tugas-tugas tertentu dan lazim disebut unit atau rutin, file bagian ini dicirikan oleh ekstensi *.pas. Proses penyusunan program dengan Delphi meliputi

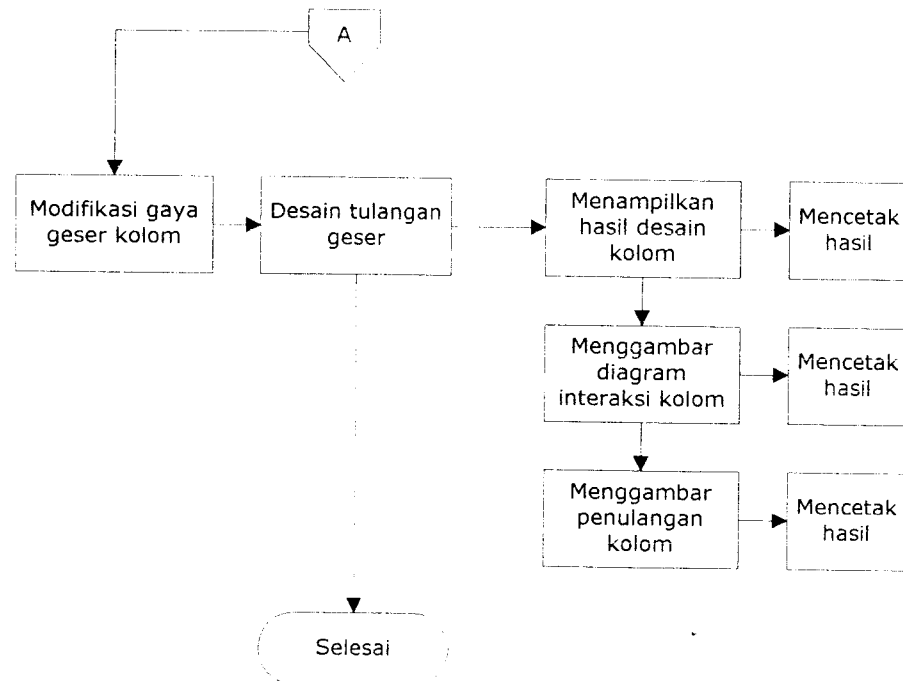
dua hal yaitu, perancangan tampilan program dan penulisan kode atau perintah-perintah. Pada perancangan tampilan, ditentukan terlebih dulu format tampilan dan juga komponen-komponen yang diperlukan. Tampilan atau *interface* ini merupakan media interaksi antara pemakai dengan program sehingga diusahakan dibuat format tampilan yang bersahabat, tidak terlalu rumit, dan mudah digunakan. Sedangkan pada tahap penulisan kode, ditentukan tugas yang harus diemban oleh komponen-komponen yang terpasang pada *form* untuk kemudian diproses oleh komputer.

Pada tugas akhir ini *software* yang dipakai dalam pembuatan program adalah Borland Delphi 5 yang merupakan penyempurnaan dari *release* sebelumnya. Namun pada dasarnya materi yang ada pada Borland Delphi 5 ini hampir sama dengan *release* terdahulu, hanya saja ada penambahan fasilitas-fasilitas bantu maupun fasilitas-fasilitas pendukung untuk jaringan dan internet.

4.2. Pembuatan Program

Pembuatan program komputer dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mendesain balok dan kolom dari suatu portal dua dimensi yang telah dianalisis strukturnya oleh SAP90. Data hasil analisis SAP90 ini kemudian digunakan oleh program untuk mendesain struktur beton bertulang tahan gempa. Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa ada tiga hal pokok yang harus dilakukan oleh program yaitu merekam data keluaran SAP90, mendesain elemen balok serta mendesain elemen kolom. Alur program secara garis besar dapat dilihat pada diagram berikut ini.





Gambar 4.1 Diagram alir Program Utama

4.2.1 Format dan Prosedur Penanganan Data

Dalam menganalisis suatu struktur, program SAP90 membutuhkan data masukan dengan format tertentu sesuai dengan *output* yang diinginkan oleh pengguna. Variasi dari data masukan yang diproses pada SAP90 akan mengakibatkan data keluaran bervariasi pula. Contohnya dalam mengatur jumlah *section* pada tiap elemen ataupun dalam penentuan kombinasi pembebanan yang akan dipakai. Untuk memudahkan proses pembacaan data keluaran SAP90, maka ditentukan format data masukan agar data hasil analisis SAP90 yang akan direkam/dibaca telah teridentifikasi terlebih dulu. Format data masukan SAP90 yang akan dibaca oleh program pada tugas akhir ini dapat dilihat pada lampiran.

Setiap eksekusi program SAP90 akan menghasilkan file-file yang memuat berbagai macam informasi mengenai struktur yang dianalisis. File keluaran SAP90 yang dibaca oleh program pada tugas akhir ini adalah file dengan ekstensi *.SAP dan *.F3F. Data yang akan direkam dari file dengan ekstensi *.SAP adalah data 'GENERATED JOINT COORDINATES' dan 'FRAME ELEMENT DATA'. Sedangkan dari file dengan ekstensi *.F3F data yang akan diambil adalah data 'FRAME ELEMENT FORCES'. Contoh isi file hasil keluaran SAP90 dengan ekstensi *.SAP dapat dilihat dibawah ini.

```

          $$$$$$          $$$$$$$$$$          $$$$$$$$          $$$$$$$
        $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$
       $$              $$              $$              $$              $$
      $$              $$              $$              $$              $$
     $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$
    $$              $$              $$              $$              $$
   $$              $$              $$              $$              $$
  $$$$$$$$$$      $$              $$              $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$
 $$$$$$$$$$      $$              $$              $$$$$$$$$$      $$$$$$$$$$

          STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

          VERSION 5.20

          Copyright (C) 1978-1990
          EDWARD L. WILSON
          All rights reserved

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
VERIFIKASI BENTANG 6 M                                PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

SYSTEM DATA

EXECUTION CODE - - - - - 0
NUMBER OF LOAD CONDITIONS - - - - - 5
STEADY STATE LOAD FREQUENCY - - - - - .0000E+00
NUMBER OF EIGENVALUES - - - - - 0
EIGEN CONVERGENCE TOLERANCE - - - - - .1000E-03
EIGEN CUTOFF TIME PERIOD - - - - - .0000E+00

```

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

GENERATED JOINT COORDINATES

JOINT	X	Y	Z
1	.000	.000	.000
2	6.000	.000	.000
3	12.000	.000	.000
4	.000	4.500	.000
5	6.000	4.500	.000

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

RESTRAINT DATA

JOINT	RX	RY	RZ	RXX	RYY	RZZ
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	0
5	0	0	1	1	1	0

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 4
PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

FRAME CONTROL DATA

NUMBER OF MEMBER SECTION PROPERTIES	2
NUMBER OF SPAN LOADING PATTERNS	4

LOAD COND	GRAVITATIONAL MULTIPLIERS			TEMPERATURE	PRESTRESS
	X	Y	Z	MULTIPLIERS	MULTIPLIERS
1	.000	-1.000	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000	.000	.000
3	.000	.000	.000	.000	.000
4	.000	.000	.000	.000	.000
5	.000	.000	.000	.000	.000

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 5
PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

SECTION PROPERTY DATA

PROP ID	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
1	.210E+00	.54541E-02	.63000E-02	.21436E-02	.175E+00	.175E+00
2	.360E+00	.18252E-01	.10800E-01	.10800E-01	.300E+00	.300E+00

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 6
PROGRAM:SAP90/FILE:v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

MATERIAL PROPERTY DATA

PROP ID	MODULUS OF ELASTICITY	SHEAR MODULUS	WEIGHT PER UNIT LEN	MASS PER UNIT LEN	THERMAL EXPANSION
------------	--------------------------	------------------	------------------------	----------------------	----------------------

1	.2000E+08	.7692E+07	.5040E+01	.0000E+00	.0000E+00
2	.2000E+08	.7692E+07	.6640E+01	.0000E+00	.0000E+00

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 7
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

S P A N L O A D I N G D A T A

UNIFORM LOAD DATA

PATTERN	1-DIR	2-DIR	3-DIR	X-DIR	Y-DIR	Z-DIR
ID						
1	.0000	-10.2300	.0000	.0000	.0000	.0000
2	.0000	-2.0056	.0000	.0000	.0000	.0000
3	.0000	-21.8200	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0000	-5.0140	.0000	.0000	.0000	.0000

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

F R A M E E L E M E N T D A T A

ELT	JOINT	JOINT	LOCAL-AXIS		PROPERTY-ID		REL	REF	ELEMENT	
ID	END-I	END-J	N1	N2	END-I	END-J	VAR	CODES	TEMP	LENGTH
1	1	4	1	0	2	2	0	000000	1.1	4.50
4	4	7	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
7	7	10	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
10	10	13	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
13	13	16	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
16	16	19	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
19	19	22	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
22	22	25	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50
25	25	28	1	0	2	2	0	000000	1.1	3.50

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

B E A M S P A N L O A D I N G P A T T E R N S

ELT	LOAD	LOAD	LOAD	LOAD	LOAD
ID	1	2	3	4	5
37	3	4	0	0	0
40	3	4	0	0	0
43	3	4	0	0	0
46	3	4	0	0	0
49	3	4	0	0	0

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 11
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

T O T A L W E I G H T S A N D M A S S E S

PROP	WEIGHT	MASS
1	725.7600	.0000
2	1114.5600	.0000
TOTAL	1840.3200	.0000

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 12
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

JOINT LOADS

JOINT	LOAD	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
4	5	.983E+01	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
7	5	.976E+01	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
10	5	.140E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
13	5	.163E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
16	5	.226E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
19	5	.268E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
22	5	.311E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00
25	5	.354E+02	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00	.000E+00

CSI / SAP90 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 14
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.SAP

VERIFIKASI BENTANG 6 M

LOAD CONDITION COMBINATION MULTIPLIERS

COMBINATION	CONDITION	FACTOR
1	1	1.000
	3	1.000
2	2	1.000
	4	1.000
3	5	1.000
	1	1.200
4	2	1.600
	3	1.200
	4	1.600

OUTPUT FILES CREATED BY PROGRAM

INPUT DATA ECHO	v6m.SAP
SOLUTION ERRORS AND WARNINGS	v6m.ERR
EQUATION NUMBERING	v6m.EQN
DISPLACEMENTS AND REACTIONS	v6m.SOL
FRAME ELEMENT FORCES	v6m.F3F

Sedangkan contoh isi file *.F3F dapat dilihat di bawah ini.

```

$$$$$$$$  $$$$$$$$$  $$$$$$$$  $$$$$$$$$  $$$$$$$$
$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$
$$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$
$$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$
$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$  $$$$$$$$$$
$$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$
$$$$$$$$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$
$$$$$$$$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$  $$$

```

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS
 VERSION 5.20
 Copyright (C) 1978-1980
 EDWARD L. WILSON
 All rights reserved

C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 1
 PROGRAM: SAP90/FILE:V6M.F3F

VERIFIKASI BENTANG 6 M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	ID	COOR	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
						FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	
1										
1	-1703.12				.0	-10.15	15.45			
					4.5	-10.15	-30.69			
2	-394.90				.0	-2.03	3.06			
					4.5	-2.03	-6.06			
3	721.39				.0	101.41	-343.72			
					4.5	101.41	112.64			
4	-2675.58				.0	-15.54	23.42			
					4.5	-15.54	-46.53			
5	-1445.46				.0	93.59	-341.48			
					4.5	93.59	79.68			
6	-2960.39				.0	-119.38	380.33			
					4.5	-119.38	-156.86			
7	-883.55				.0	82.04	-295.45			
					4.5	82.04	73.75			
8	-2182.07				.0	-100.50	323.25			
					4.5	-100.50	-129.00			
4										
1	-1561.82				.0	-26.43	48.20			
					3.5	-26.43	-44.32			
2	-363.45				.0	-5.33	9.64			

a. Prosedur rekam data *Generated Joint Coordinates* dan *Frame Element Data*

File keluaran SAP90 dengan ekstensi *.SAP terdiri dari banyak blok data diantaranya blok data *System Data*, *Generated Joint Coordinates*, *Restraint Data*, *Frame Control Data*, *Frame Element Data* dan lain-lain.

Masing-masing blok data tersebut mempunyai format tampilan yang berbeda-beda, dalam artian letak dari data-data yang ada didalamnya mempunyai jarak dan lebar tertentu atau tanda tertentu. Namun SAP90 memberi suatu tanda khusus sebagai pemisah untuk setiap blok-blok data, yaitu karakter '■' dengan kode '\$OC' dan suatu *Title Line*. Acuan tersebut nantinya dapat dijadikan dasar dalam pembacaan data-data yang akan direkam oleh program

Dari sekian banyak blok-blok data yang ada tersebut hanya blok data *Generated Joint Coordinates* dan *Frame Element Data* saja yang akan direkam. Pada blok data *Generated Joint Coordinates* data yang akan direkam adalah data koordinat titik struktur yang ditinjau, sedangkan pada blok data *Frame Element Data*, data yang akan direkam antara lain data nomor elemen beserta titik-titik yang membentuk elemen dan panjang masing-masing elemen.

Prosedur untuk merekam data koordinat pada blok data *Generated Joint Coordinates* dapat diterangkan sebagai berikut. Pertama program akan 'mencari' *title line* dari blok data yang dimaksud, dalam hal ini *title line*

yang dimaksud adalah *Generated Joint Coordinates* seperti yang diperlihatkan di bawah ini.

```

■ C S T / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 2
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m. SAP
VERIFIKASI BENTANG 6 M

```

GENERATED JOINT COORDINATES --> title line yang dicari!

JOINT	X	Y	Z
1	.000	.000	.000
2	6.000	.000	.000
3	12.000	.000	.000
4	.000	4.500	.000
5	6.000	4.500	.000
-	---	---	---

→ kolom data yang akan dicari!

karakter \$OC sebagai penanda awal setiap blok data

```

■ C S T / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 3
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m. SAP
VERIFIKASI BENTANG 6 M
R E S T R A I N T   D A T A

```

JOINT	KX	KY	KZ	KXX	KYY	KZZ
1	1	1	1	1	1	1

setelah program 'menemukan' *title line* tersebut kemudian dilanjutkan dengan proses perekaman data pada kolom data 'Joint', 'X' dan 'Y'. Proses perekaman ini akan berhenti sampai program membaca karakter dengan kode \$OC yang berarti merupakan akhir dari blok data yang dimaksud.

Prosedur yang digunakan dalam proses perekaman data pada blok data *Frame Element Data* hampir sama dengan yang diuraikan di atas, hanya saja *title line* yang 'dicari' disini adalah *Frame Element Data*. Format tampilan blok data *Frame Element Data* dapat dilihat di bawah ini.

■ C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 8
PROGRAM: SAP90/FILE:V08.SAP
VERIFIKASI BENTANG 6 M

FRAME ELEMENT DATA --> *title line yang dicari!*

Kolom data yang akan direkam

ELT ID	JOINT END-I	JOINT END-J	LOCAL-AXIS N1	LOCAL-AXIS N2	PROPERTY-11 END-T	PROPERTY-11 END-T	VAR	REL CODES	REF TEMP	ELEMENT LENGTH
1	1	4	1	0	1	1	0	000000	10	4.10
4	4	7	1	0	2	1	0	000000	10	3.10
7	7	10	1	0	1	1	0	000000	10	3.10
10	10	13	1	0	2	1	0	000000	10	3.10

■ C S I / S A P 9 0 - - FINITE ELEMENT ANALYSIS OF STRUCTURES PAGE 10
PROGRAM: SAP90/FILE:V08.SAP
VERIFIKASI BENTANG 6 M

BEAM SPAN LOADING PATTERNS

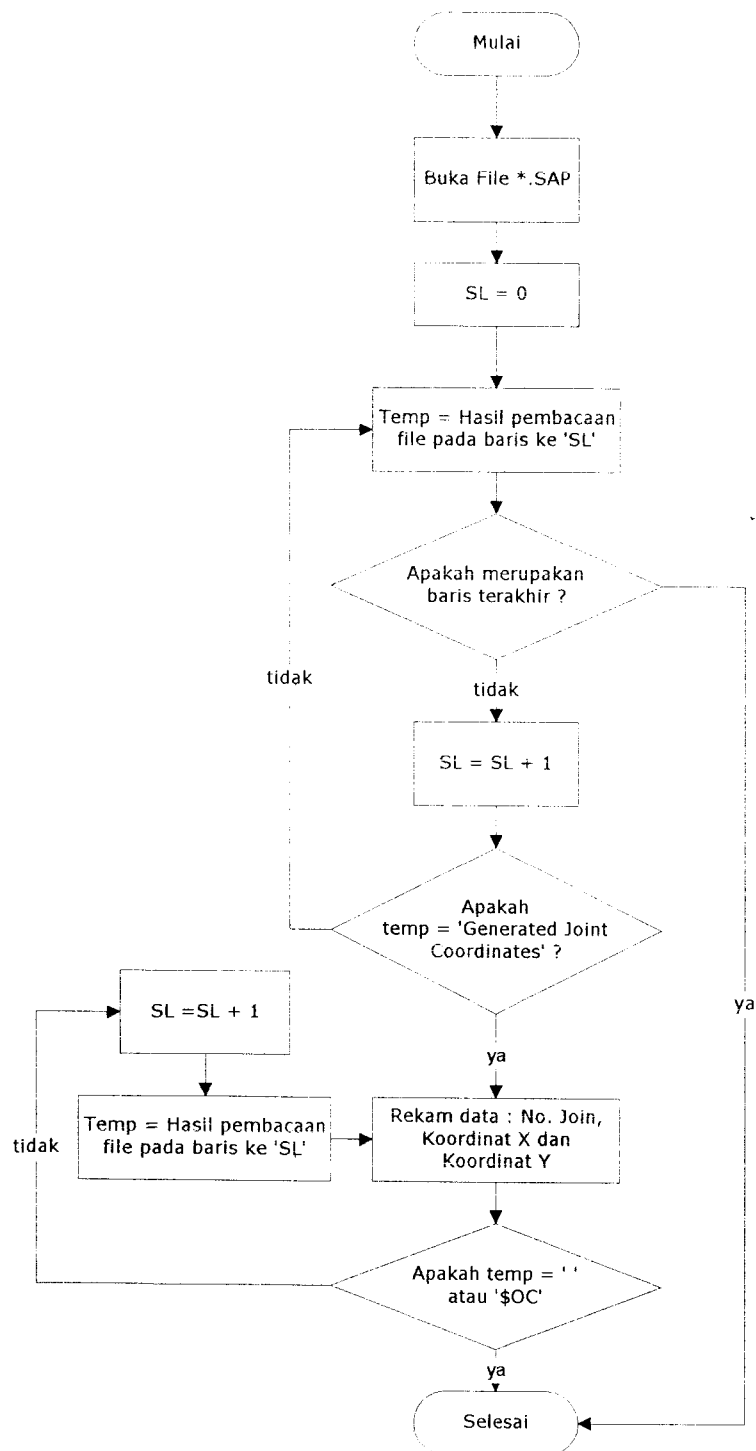
ELT	LOAD	LOAD	LOAD	LOAD	LOAD
1	1	2	3	4	5
10	3	4	0	1	2

Data yang akan direkam setelah *title line* 'ditemukan' adalah yang terdapat pada kolom data 'ELT ID', 'Joint End-I', 'Joint End-J' dan 'Element Length'.

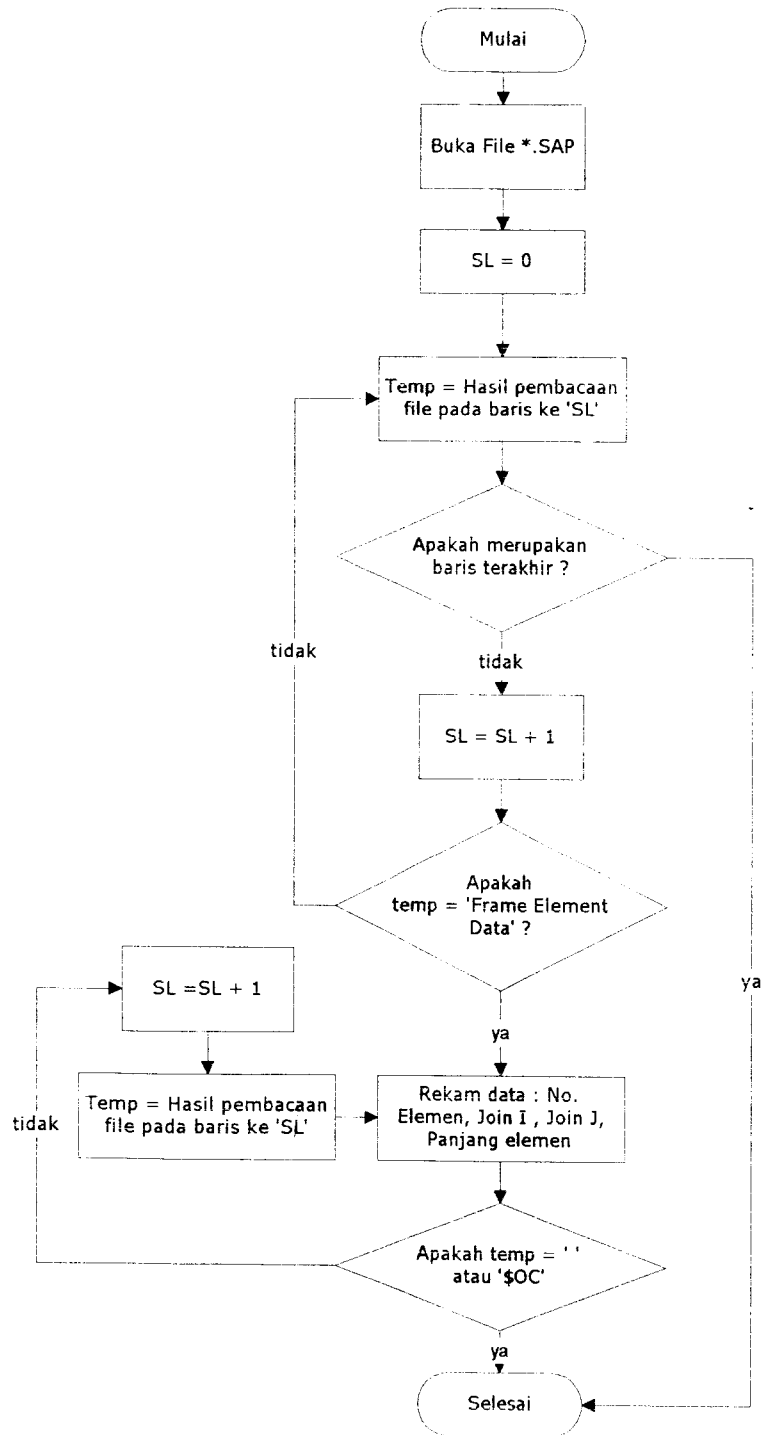
Proses dihentikan setelah program membaca karakter '■'.

Untuk lebih jelasnya lihat diagram alir untuk prosedur rekam data *Generated Joint Coordinates* dan *Frame Element Data* di bawah ini.

Prosedur Rekam *Data Generated Joint Coordinates*



Prosedur Rekam Data
Frame Element Data



b. Prosedur rekam data *Frame Element Forces*

Blok data *Frame Element Forces* terdapat pada file dengan ekstensi *.F3F . Blok data ini terdiri dari 8 kolom data yaitu *Elt. ID*, *Load Comb.*, *Axial Force*, *Dist. Endi.*, *Shear (1-2 Plane)*, *Moment (1-2 Plane)*, *Shear (1-3 Plane)*, *Moment (1-3 Plane)* dan *Axial Torq.* Karena portal yang ditinjau dalam tugas akhir ini hanya untuk portal dua dimensi maka pembacaan data hanya sampai pada kolom data *Moment (1-2 plane)*.

■ C S I / S A P 9 0 - - F I N I T E E L E M E N T A N A L Y S I S O F S T R U C T U R E S P A G E 1
PROGRAM: SAP90/FILE: v6m.F3F
VERIFIKASI BENTANG 6 M
F R A M E E L E M E N T F O R C E S → *title line yang dicari*

Kolom data yang akan direkam

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT
1	-1703.12						
			1.0	-10.20	10.40		
			4.0	-10.20	-30.69		
2	-394.90						
			1.0	-2.05	3.06		
			4.0	-2.05	-6.06		

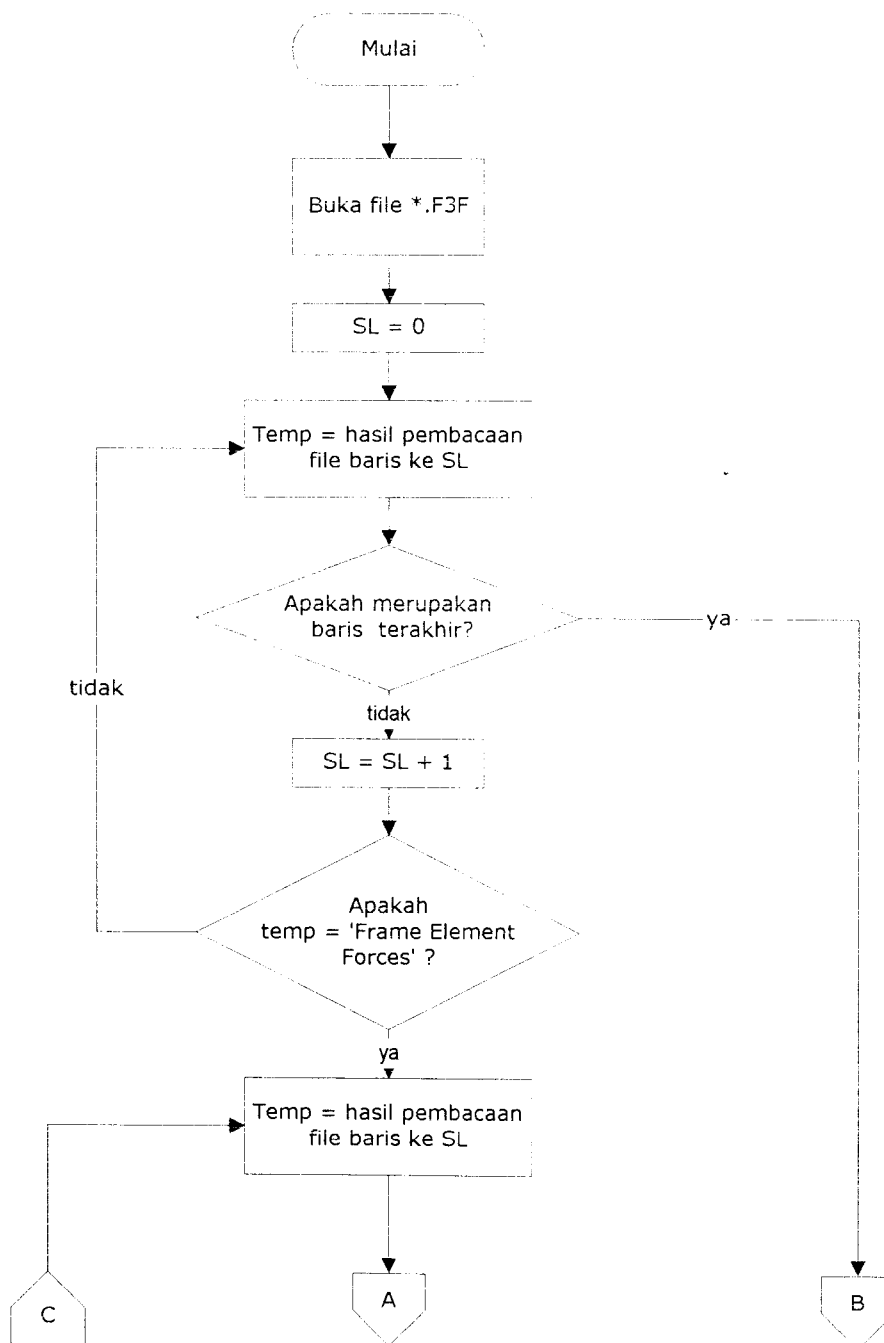
-----> baris a
-----> baris b

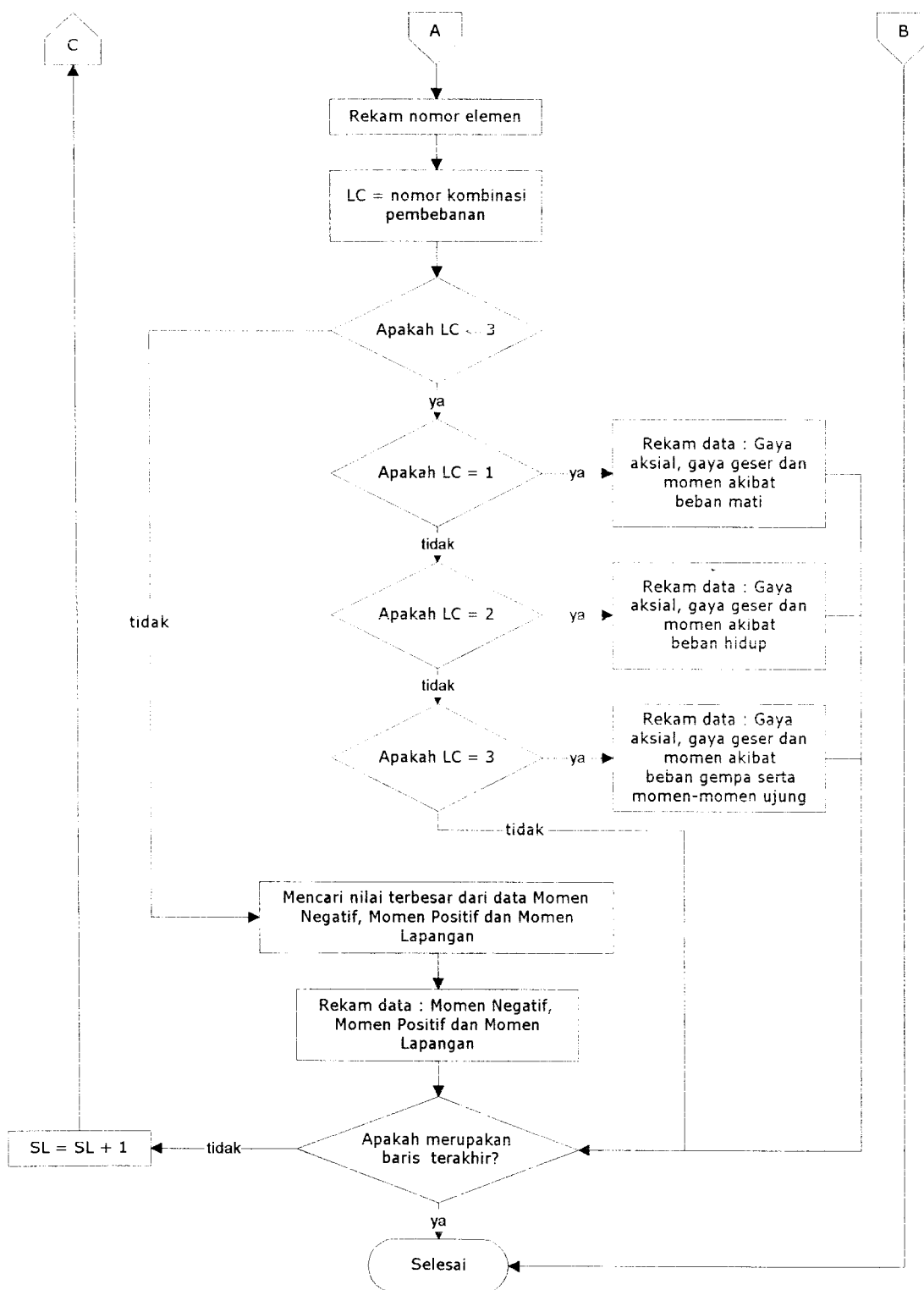
Seperti yang terlihat di atas, pada baris tertentu di dalam kolom data tidak semuanya terisi oleh data. Contohnya pada baris *a* pada kolom data 'Elt ID.' terisi oleh data, sedangkan pada kolom data lainnya terisi oleh karakter '-'. Pada baris *b* kolom data 'Elt ID.', 'Shear' dan 'Moment' tidak terisi data, hanya kolom data 'Load Comb.' dan 'Axial Force' saja yang terisi data. Karena program melakukan pembacaan file secara baris per baris, maka besar kemungkinan program merekam suatu data kosong (' '). Jika hal ini terjadi

maka akan menyebabkan *error* pada program. Oleh karena itu sebelum data direkam diperlukan suatu proses validasi. Proses perekaman data akan dihentikan sampai baris yang dibaca merupakan *eof* (*end of file*) atau akhir dari file.

Diagram alir prosedur rekam *Frame Element Forces* dapat dilihat di bawah ini.

Prosedur Rekam Data *Frame Element Forces*





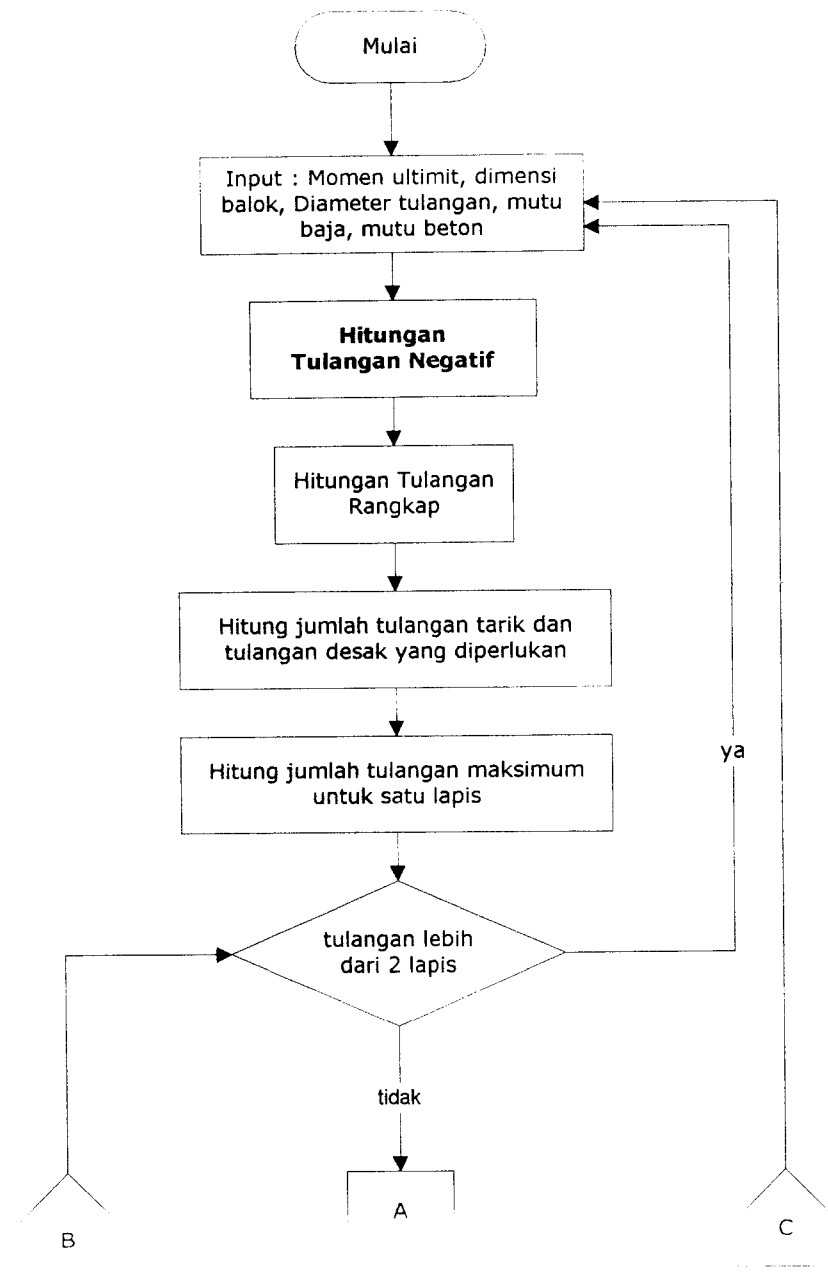
4.2.2 Prosedur Perencanaan Balok

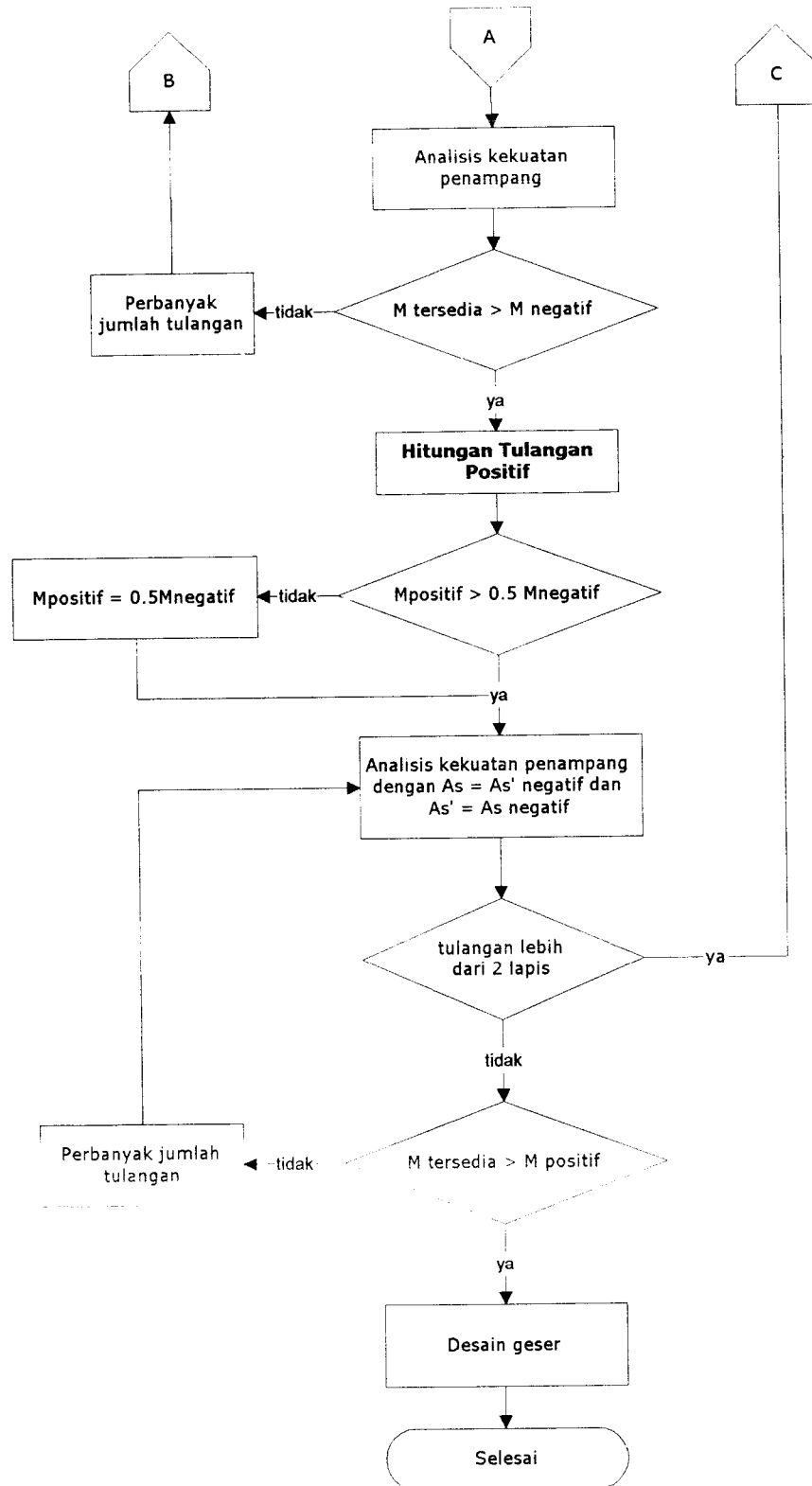
Pada prosedur perencanaan balok, sebelum dilakukan perhitungan desain program terlebih dulu memberi nilai gaya-gaya yang terjadi pada masing-masing elemen balok. Gaya-gaya yang diperlukan dalam perhitungan desain balok adalah gaya geser akibat beban mati, beban hidup dan beban gempa, momen negatif, momen positif dan momen lapangan. Selain itu juga diperlukan masukan data spesifikasi untuk material dan properti yang digunakan pada masing-masing elemen seperti kuat tekan beton (f'_c), tegangan leleh baja tulangan pokok (f_y), tegangan leleh sengkang (f_{ys}), dimensi balok, dan diameter tulangan pokok dan diameter sengkang serta data-data lainnya.

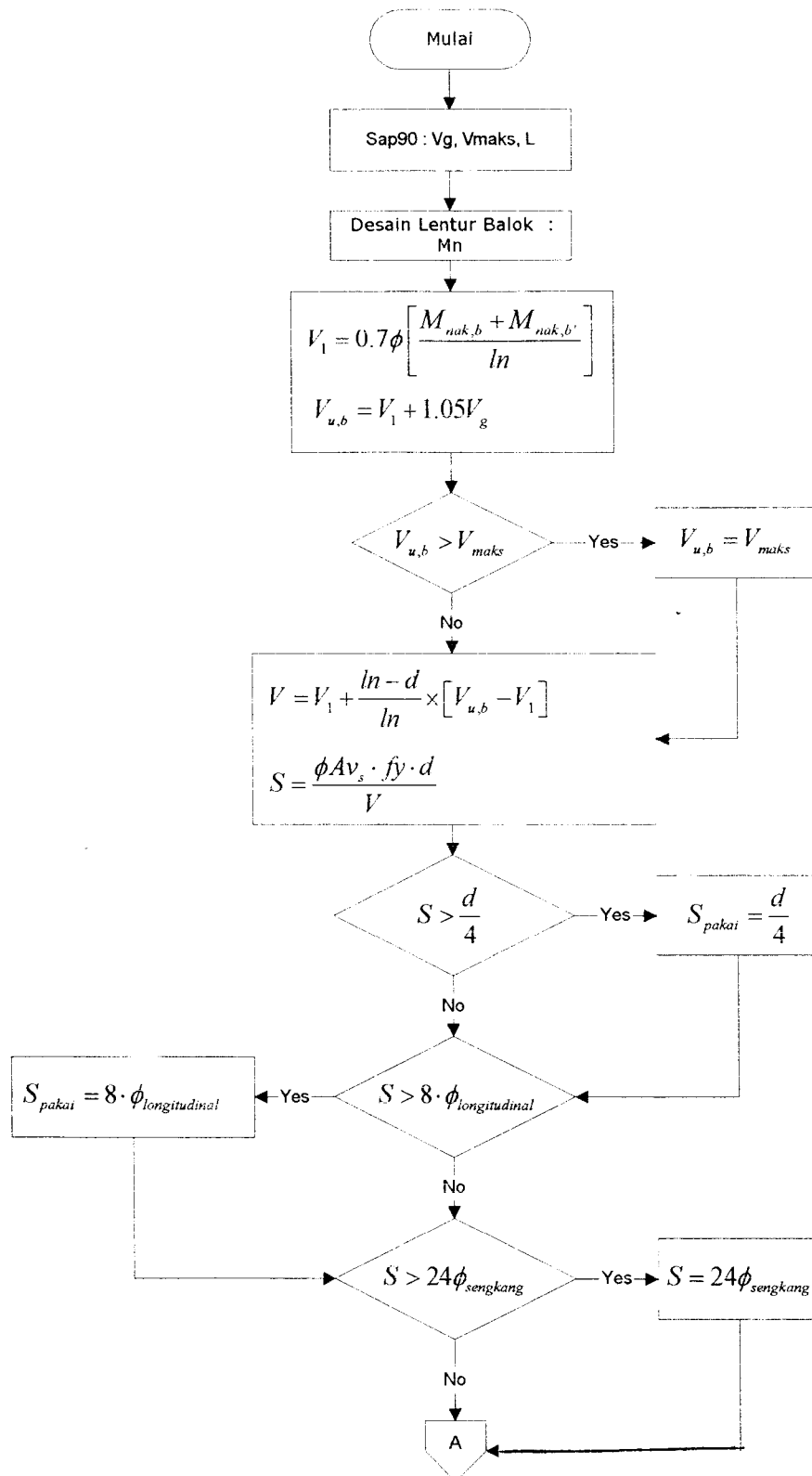
Dalam perhitungan penulangan lentur, balok didesain terhadap tiga jenis momen yang terjadi yaitu momen negatif, momen positif, dan momen lapangan. Persyaratan untuk komponen struktur tahan gempa dengan daktilitas penuh menyebutkan kuat momen tumpuan positif tidak boleh kurang dari $\frac{1}{2}$ kuat momen tumpuan negatif dan kuat momen lapangan tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ kuat momen maksimum pada tumpuan. Berdasarkan data material dan properti penampang serta momen rencana dapat dihitung luasan tulangan serta jumlah tulangan yang diperlukan. Dengan jumlah tulangan yang telah didapat tersebut kemudian dilakukan analisis penampang apakah kuat momen yang tersedia lebih besar atau minimal sama dengan momen rencana, jika ternyata momen yang tersedia lebih kecil dari momen rencana maka program akan menambah jumlah tulangan sampai didapat

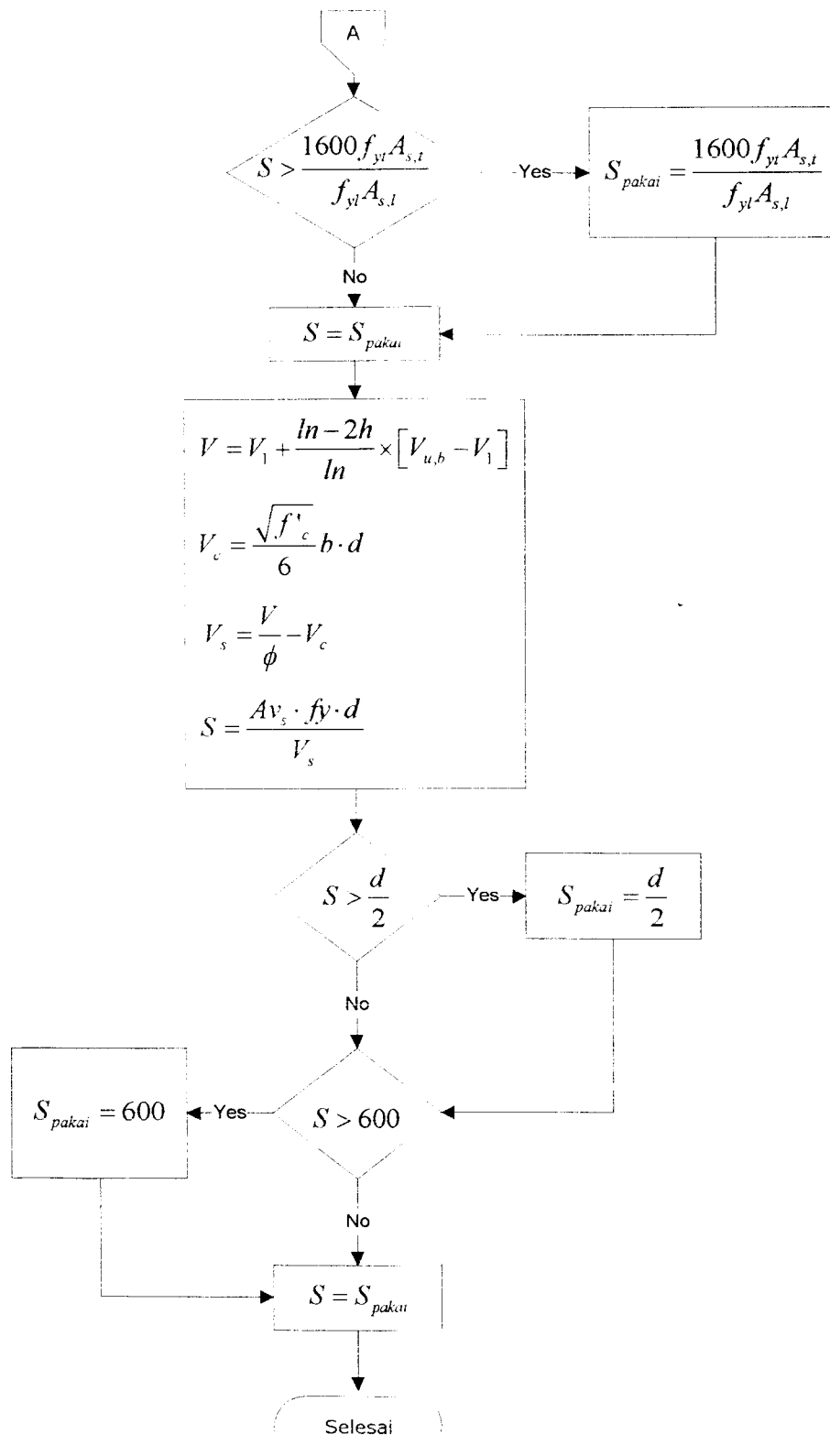
$M_{tersedia} \geq M_{rencana}$. Hasil dari perhitungan penulangan lentur berupa momen nominal negatif dan momen nominal positif kemudian digunakan untuk mendapatkan besarnya gaya geser rencana balok. Dengan menggunakan data ini dan data dari SAP90 program selanjutnya dapat melakukan desain penulangan geser yang terdiri dari dua macam perhitungan yaitu penulangan geser pada sendi plastis dan penulangan geser diluar sendi plastis.

Diagram alir prosedur desain penulangan lentur dan geser balok dapat dilihat di bawah ini.









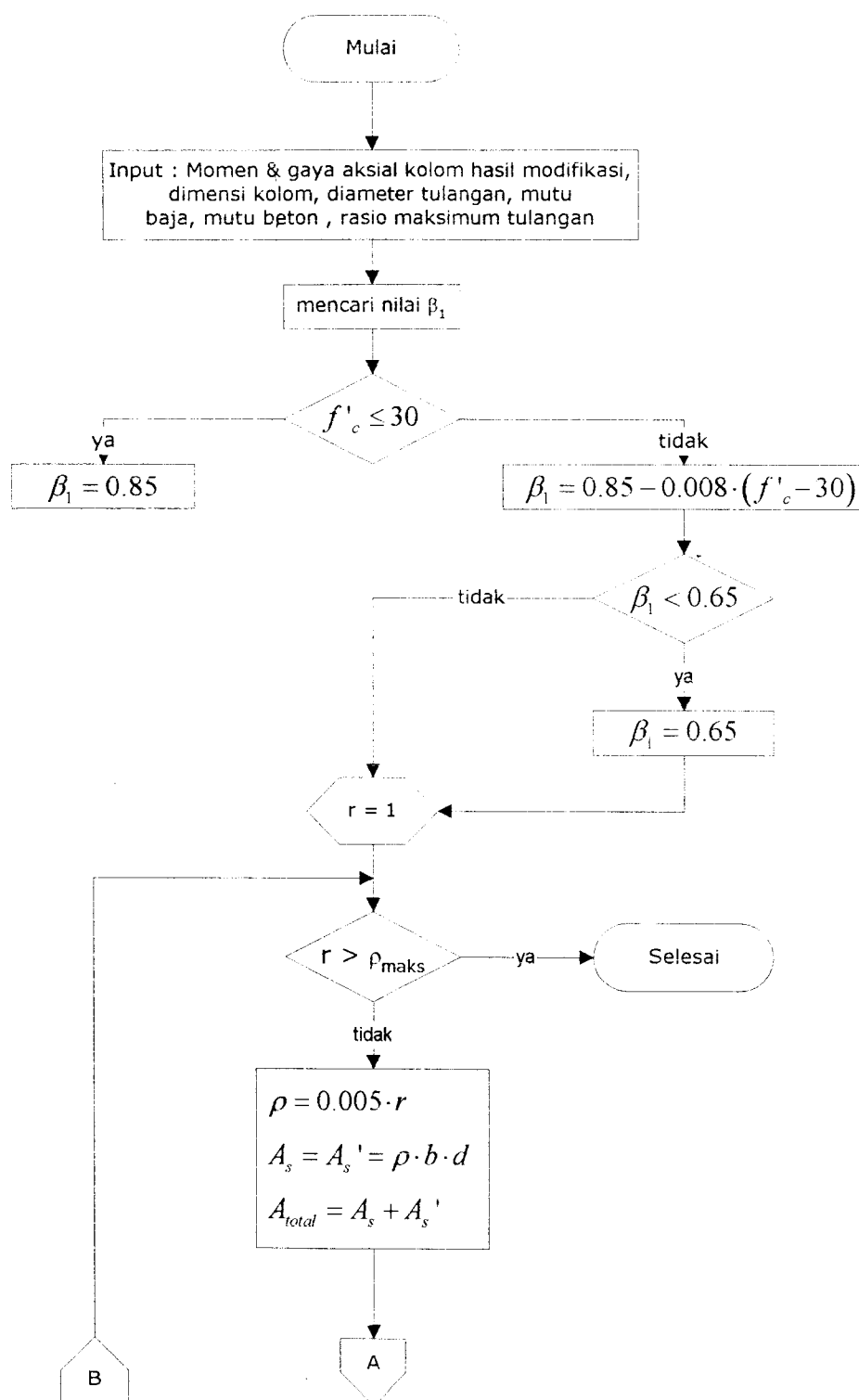
4.2.3. Prosedur Perencanaan Kolom

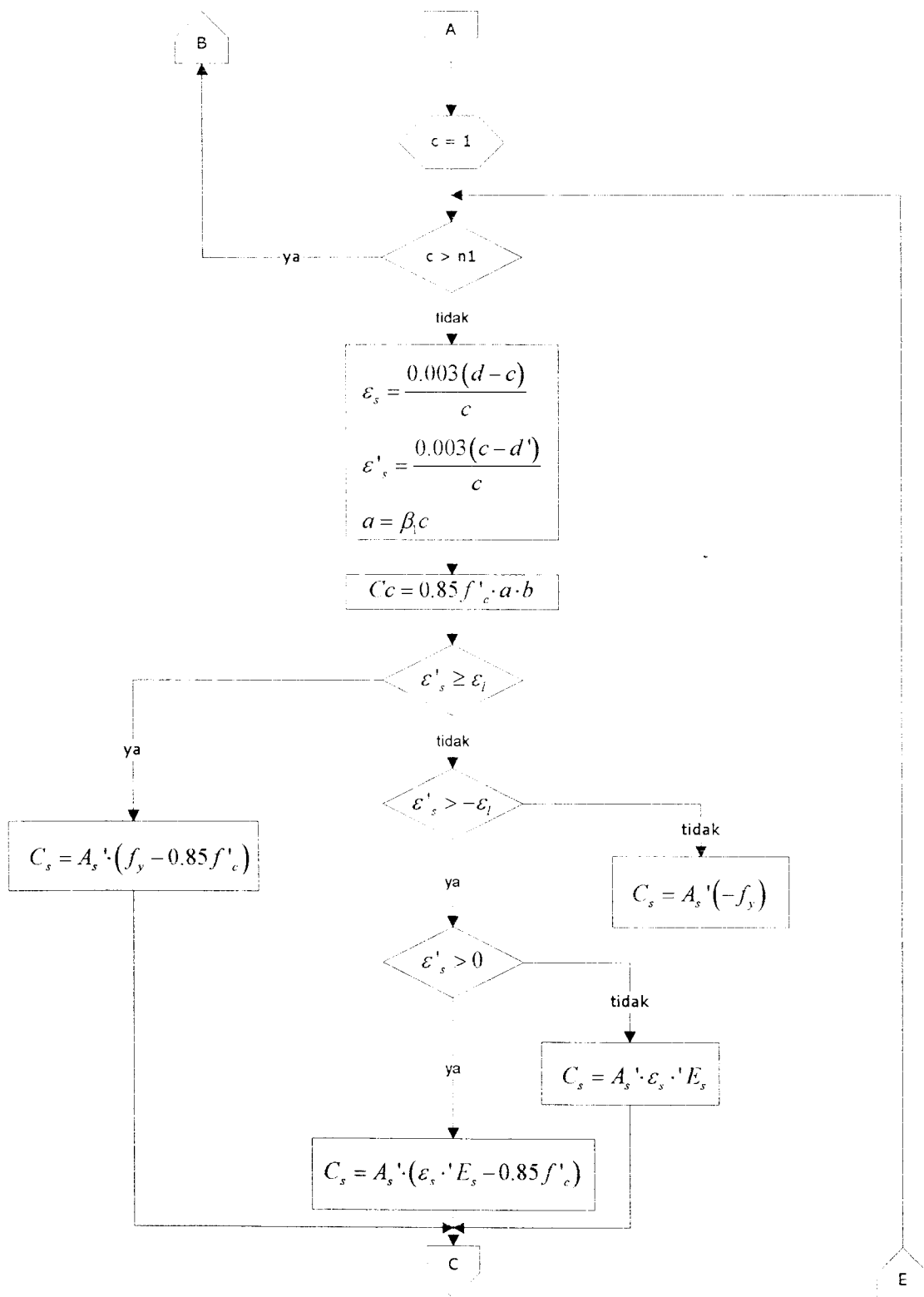
Seperti halnya pada perencanaan balok pada perencanaan kolom program terlebih dulu memberi nilai gaya-gaya yang terjadi pada masing-masing elemen kolom. Dengan menggunakan data tersebut serta data hasil desain balok program selanjutnya melakukan proses modifikasi untuk mendapatkan gaya aksial rencana dan momen rencana kolom.

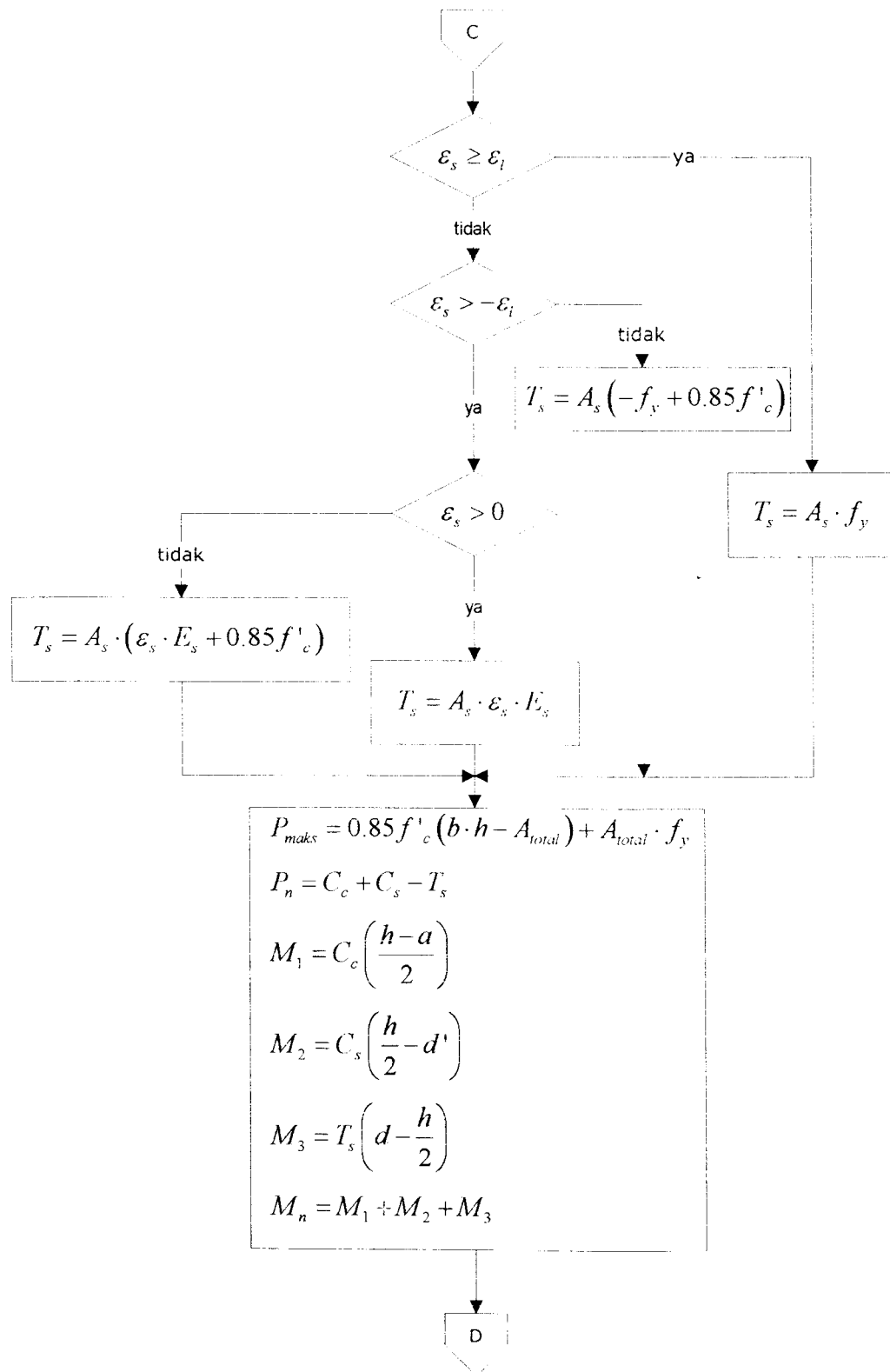
Data masukan yang diperlukan dalam desain kolom antara lain kuat tekan beton (f'_c), tegangan leleh baja (f_y), properties penampang kolom, serta prosentase tulangan maksimum yang diinginkan oleh pemakai (ρ_g).

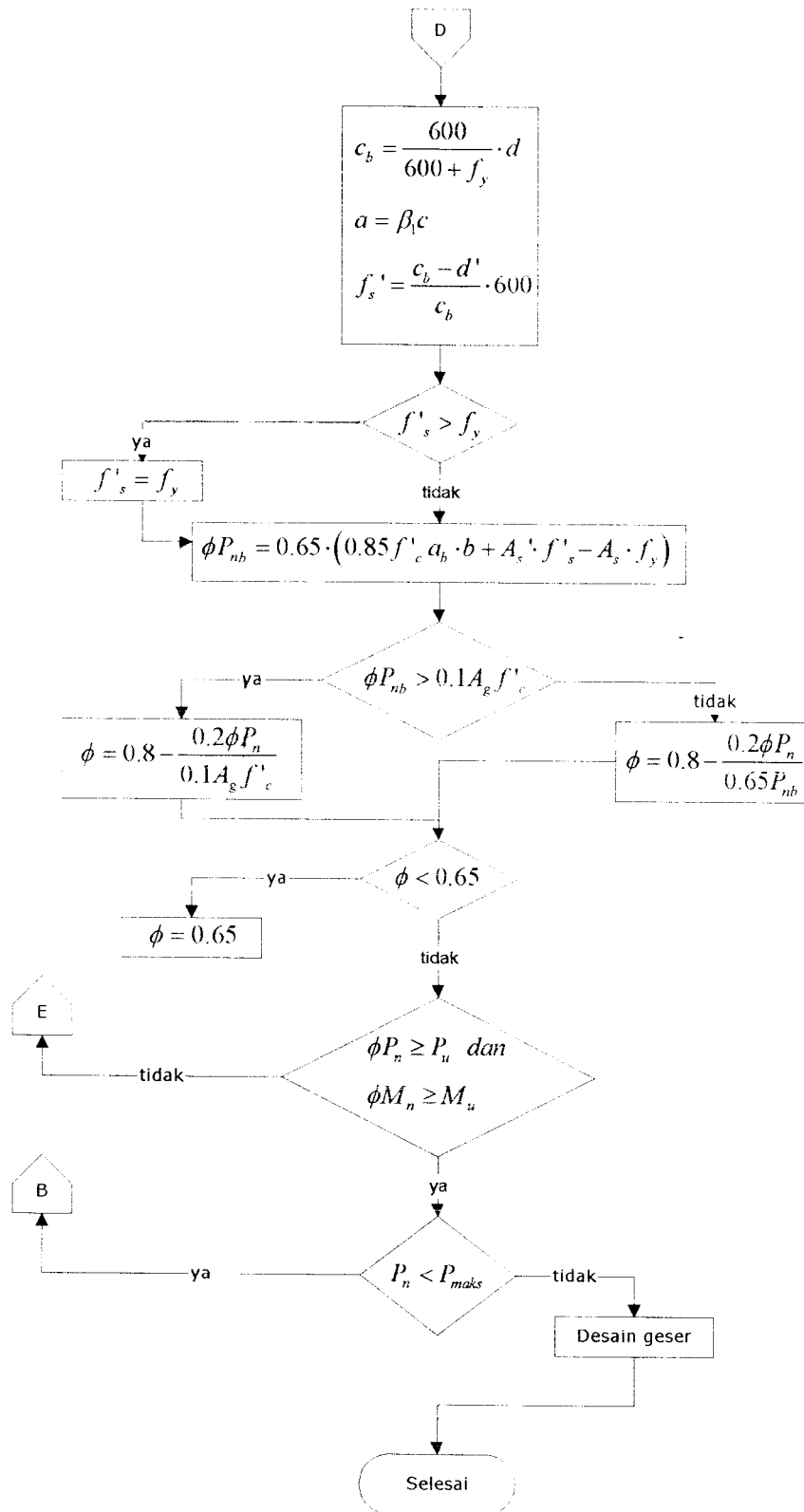
Proses pendesainan dihitung dengan cara melakukan iterasi prosentase tulangan dari 1 (%) sampai prosentase tulangan maksimum yang didefinisikan pemakai dengan kenaikan sebesar 0.01. Pada setiap besarnya prosentase tulangan juga dilakukan proses iterasi nilai titik berat penampang (c) dari 1 (mm) sampai h / β_1 dengan kenaikan sebesar 1. Dari setiap nilai ρ tertentu dan nilai c tertentu program akan mengecek apakah gaya aksial dan momen yang tersedia lebih besar dari gaya aksial serta momen rencana. Jika kondisi tersebut telah tercapai maka program akan menghentikan proses iterasi. Hasil dari proses iterasi antara lain luas tulangan yang diperlukan, jumlah tulangan yang diperlukan, gaya aksial nominal kolom serta momen nominal kolom. Gaya geser rencana kolom dapat diperoleh dengan cara memodifikasi momen kapasitas kolom yang selanjutnya digunakan untuk mendesain tulangan geser kolom.

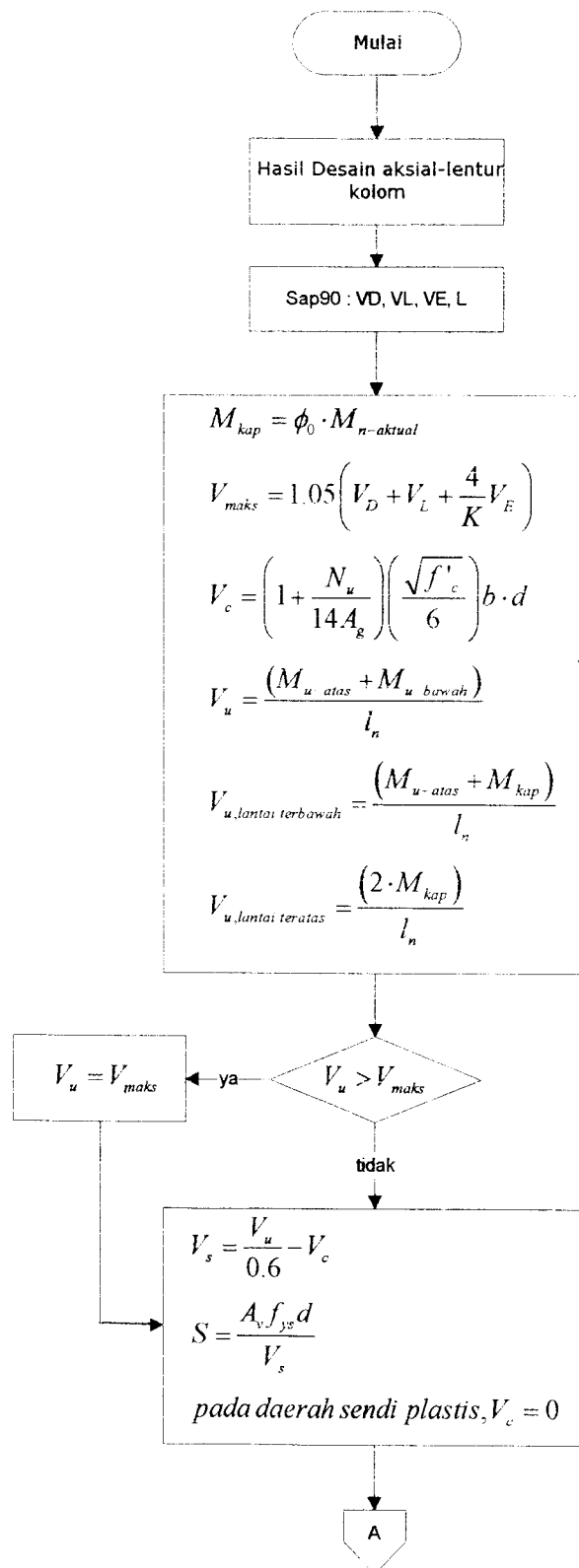
Prinsip desain kolom dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini.

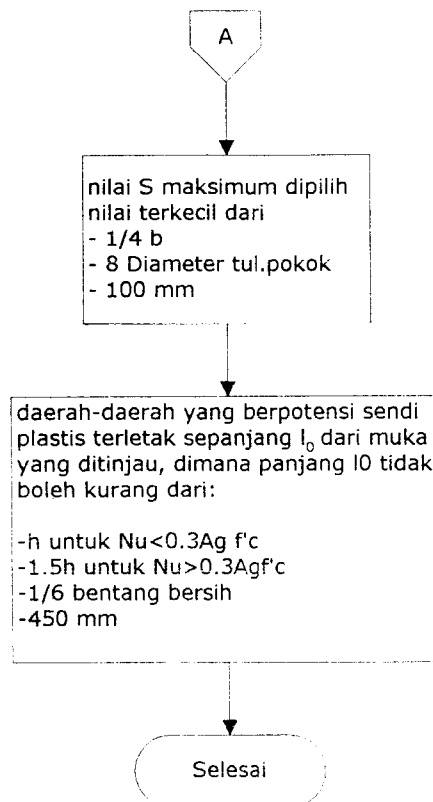













4.3. Unjuk Kerja Program

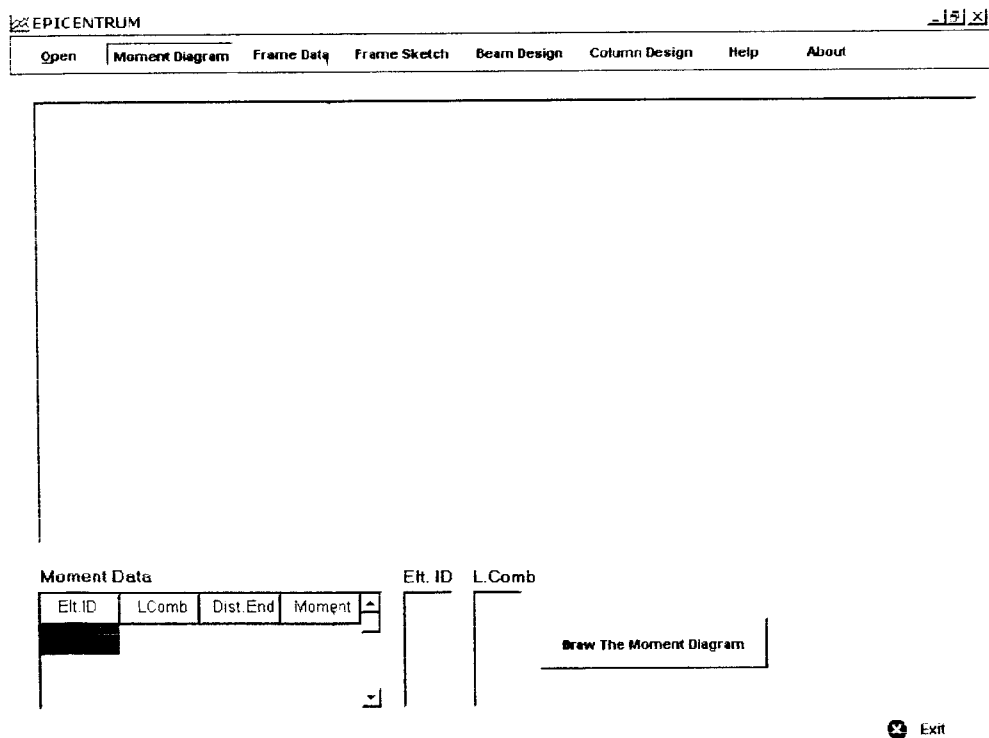
Program pada tugas akhir ini diberi nama Epicentrum agar mengingatkan sesuatu yang berkaitan dengan gempa. Epicentrum mempunyai ukuran file sebesar 2,028 MB. Aplikasi dapat dijalankan dengan cara mengklik dua kali pada ikon

Epicentrum . Setelah aplikasi dijalankan maka akan muncul tampilan *splash* seperti di bawah ini.



Gambar 4.2. Tampilan *Splash* Epicentrum

Setelah tampilan *splash* menghilang maka kemudian akan muncul tampilan awal sebagai berikut :



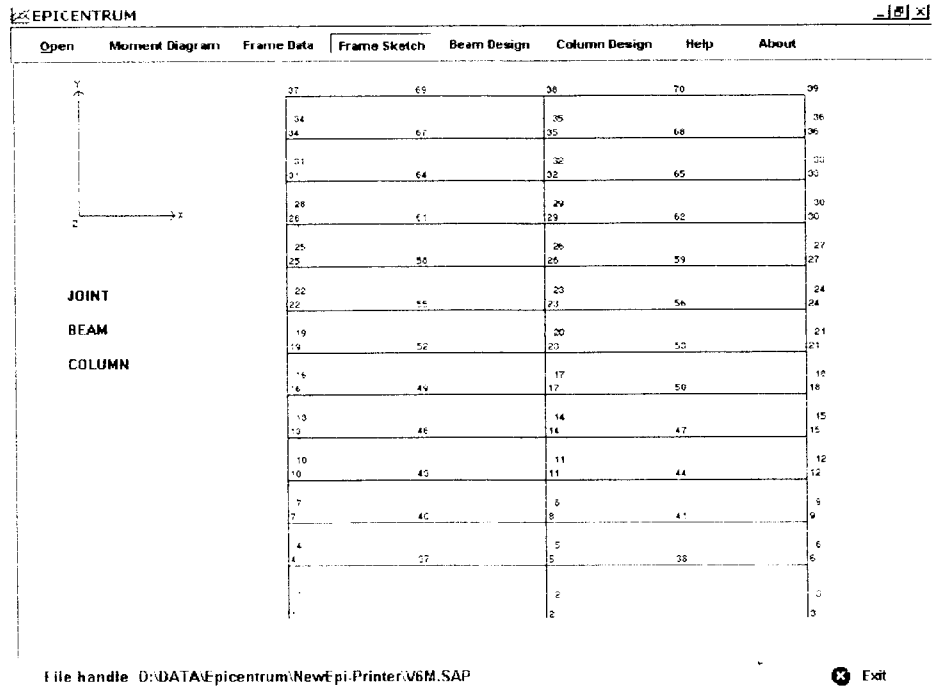
Gambar 4.3. Tampilan Awal Program

Program mempunyai delapan *Menu Button* yaitu : 'Open', 'Moment Diagram', 'Frame Data', 'Frame Sketch', 'Beam Design', 'Column Design', 'Help', dan 'About'.

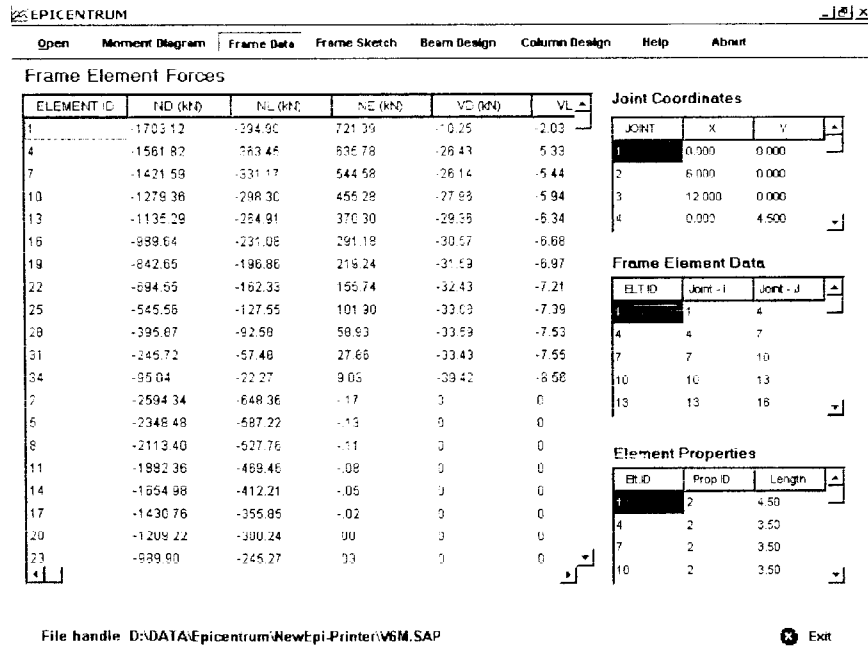
Fungsi dari masing-masing *Menu Button* adalah :

- 'Open' berfungsi untuk membuka file SAP90.
- 'Moment Diagram' berfungsi untuk menampilkan gambar diagram momen elemen yang telah direkam oleh SAP90.
- 'Frame Data' berfungsi untuk menampilkan data-data elemen.
- 'Frame Sketch' berfungsi untuk menampilkan gambar potongan dari portal yang ditinjau.
- 'Beam Design' berfungsi untuk menampilkan data-data masukan balok.
- 'Column Design' berfungsi untuk menampilkan data-data masukan kolom.
- 'Help' berfungsi untuk menampilkan panduan dalam menggunakan program.
- 'About' berfungsi untuk menampilkan keterangan sekitar program.

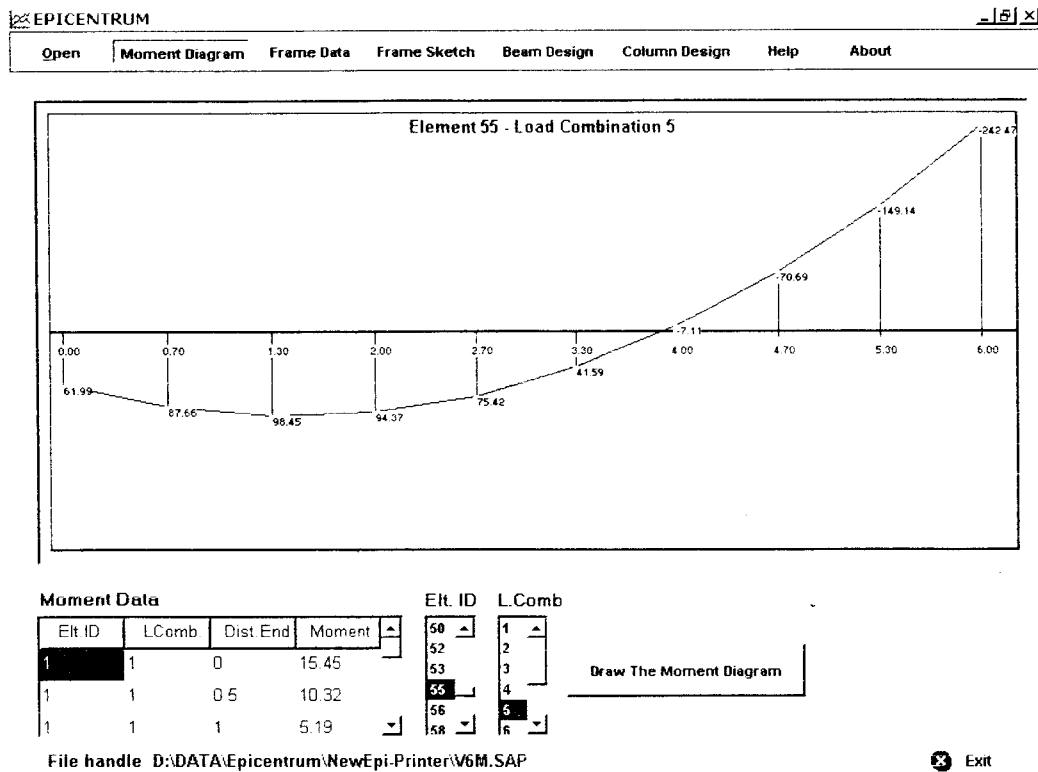
Selain itu program juga dilengkapi dengan tombol untuk keluar dari program serta tombol menu *Windows* yang terdiri dari tombol *exit*, tombol *minimize*, serta tombol *resize Windows*.



Gambar 4.5 Gambar potongan portal hasil pembacaan program

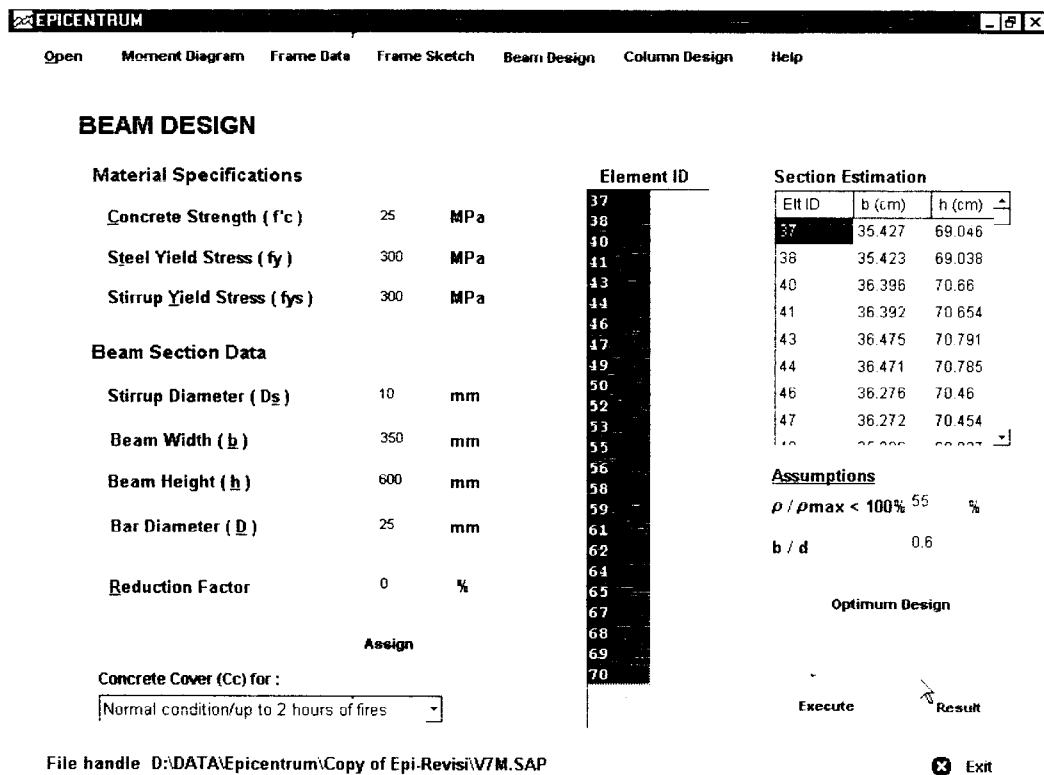


Gambar 4.6. Hasil pembacaan file SAP90 berupa data *Joint Coordinates*, *Frame Element Data*, dan *Data Element Properties* serta *Element Forces*



Gambar 4.7. Gambar diagram momen elemen

Untuk memulai mendesain balok pertama pemakai harus mengisi data properti elemen serta data lain yang diperlukan seperti yang terlihat di bawah ini.

Gambar 4.8 Tampilan untuk *input data* Balok

Pada tampilan input data balok terdapat *list box* yang berisi nomor elemen balok pada portal yang ditinjau, tombol *assign*, tombol *execute* dan tombol *result*.

Fungsi dari masing-masing komponen tersebut adalah :

- *List box* elemen digunakan untuk memilih elemen mana saja yang akan diberi nilai sesuai dengan *input data* yang telah diisi oleh pemakai.
- Tombol *Assign* berfungsi untuk memberi perintah pada program agar nilai input data tersebut diberikan kepada elemen-elemen yang telah dipilih.
- Tombol *Execute* berfungsi untuk memulai proses perhitungan desain balok.

EPICENTRUM _ | 0 | X

Open Frame Data Frame Forces Frame Sketch Beam Design Column Design Help About

Result of Beam Design in Shear

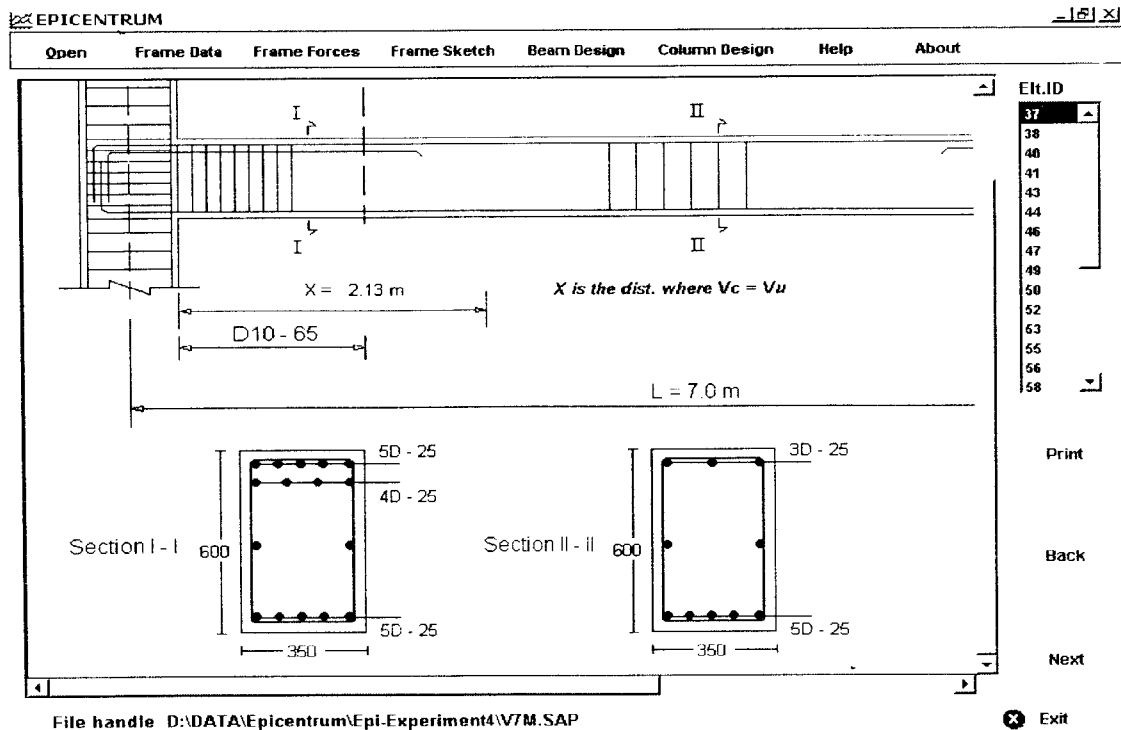
File handle D:\DATA\Epicentrum\Epi-Experiment4\V7H.SAP

Elt	SAP90 Output Data		Inside Plastic-hinge Zone			Outside Plastic-		
	Vg (kN)	VuMax (kN)	Vu (kN)	Vs (kN)	Reinforcing	Vu (kN)	Vc (kN)	Vs (kN)
37	107.50	442.65	217.29	389.68	D10 - 65	192.08	156.77	160
38	107.50	442.53	217.29	389.68	D10 - 65	192.08	156.77	160
40	110.37	473.31	225.83	389.68	D10 - 65	199.29	156.77	180
41	110.37	473.18	225.83	389.68	D10 - 65	199.29	156.77	180
43	112.33	469.95	227.89	389.68	D10 - 65	201.35	156.77	180
44	112.33	469.83	227.89	389.68	D10 - 65	201.35	156.77	180
46	114.15	455.44	229.80	389.68	D10 - 65	203.26	156.77	180
47	114.15	455.31	229.80	389.68	D10 - 65	203.26	156.77	180
49	115.72	434.07	225.93	389.68	D10 - 65	200.72	156.77	180
50	115.72	433.99	225.93	389.68	D10 - 65	200.72	156.77	180
52	117.08	407.19	219.99	389.68	D10 - 65	196.56	156.77	170
53	117.08	407.06	219.99	389.68	D10 - 65	196.56	156.77	170
55	118.20	375.02	215.33	361.84	D10 - 70	193.30	156.77	160
56	118.20	374.94	215.33	361.84	D10 - 70	193.30	156.77	160
58	119.11	337.76	210.11	361.84	D10 - 70	189.58	156.77	160
59	119.11	337.67	210.11	361.84	D10 - 70	189.58	156.77	160
61	119.82	295.62	210.85	361.84	D10 - 70	190.32	156.77	160
62	119.82	295.53	210.85	361.84	D10 - 70	190.32	156.77	160
64	120.32	249.31	197.20	337.72	D10 - 75	180.09	156.77	140

Back Print Next

File handle D:\DATA\Epicentrum\Epi-Experiment4\V7M.SAP X Exit

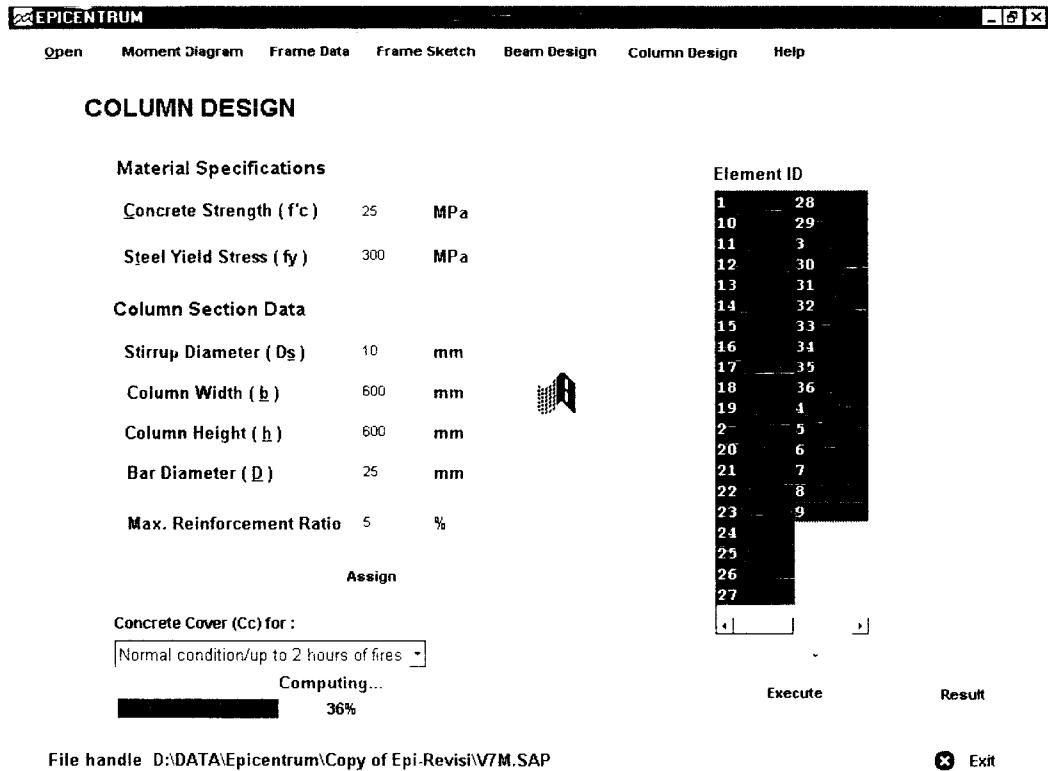
Gambar 4.10. Hasil desain penulangan geser balok



Gambar 4.11. Gambar penulangan balok

Semua hasil desain balok tersebut dapat dicetak dengan cara mengklik tombol 'Print'. Untuk memilih jenis *printer* yang digunakan dapat melalui *setting printer* yang terdapat pada *Windows*.

Setelah proses desain balok selesai maka dapat dilanjutkan dengan mendesain kolom. Pertama pemakai harus mengisi data kolom terlebih dulu dengan cara mengklik *Menu Button* 'Column Design' untuk menampilkan *input data* yang harus diisi oleh pemakai.



Gambar 4.12. Tampilan untuk *input data* kolom

Sama halnya pada tampilan *input data* balok, pada tampilan *input data* kolom juga terdapat *list box* elemen, tombol *assign*, tombol *execute* serta tombol *result* yang fungsi masing-masing komponen tersebut sama dengan yang ada pada tampilan *input data* balok. Selain ditampilkan hasil desain kolom program juga menampilkan diagram interaksi serta gambar penulangan kolom yang ditinjau. Hasil-hasil tersebut dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.

EPICENTRUM _ [F] X

Open **Frame Data** Frame Forces Frame Sketch **Beam Design** Column Design Help About

Result of Column Design

Elt.ID
 1 ▲
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 2
20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 3
 30
 31
 32
 ^

Element 20

Concrete Strength (fc) = 25 Mpa	Bar Diameter (D) = 25 mm
Steel Yield Stress (fy) = 300 Mpa	Reinforcement Ratio Req (ρ) = 2.14 %

Tension Failure

β1 = 0.85	Ast-req. = 6901.50 mm ²
φ = 0.65	Ast-used = 7853.98 mm ²
C = 273.00 mm	As = As' = 8 D - 25
Cb = 358.33 mm	
Pu = 1846.06 kN	
Mu = 704.55 kNm	
e = 381.65 mm	
φ Pn = 1868.87 kN	
φ Mn = 704.66 kNm	
e = 377.05 mm	
Pu-Max = 5116.43 kN	
Design Factor P = 1.01	
Design Factor M = 1.00	

Outside Plastic-Hinge Area

Vu = 607.47 kN	
Vc = 268.85 kN	
Vs = D10 - 30 = 844.30 kN	

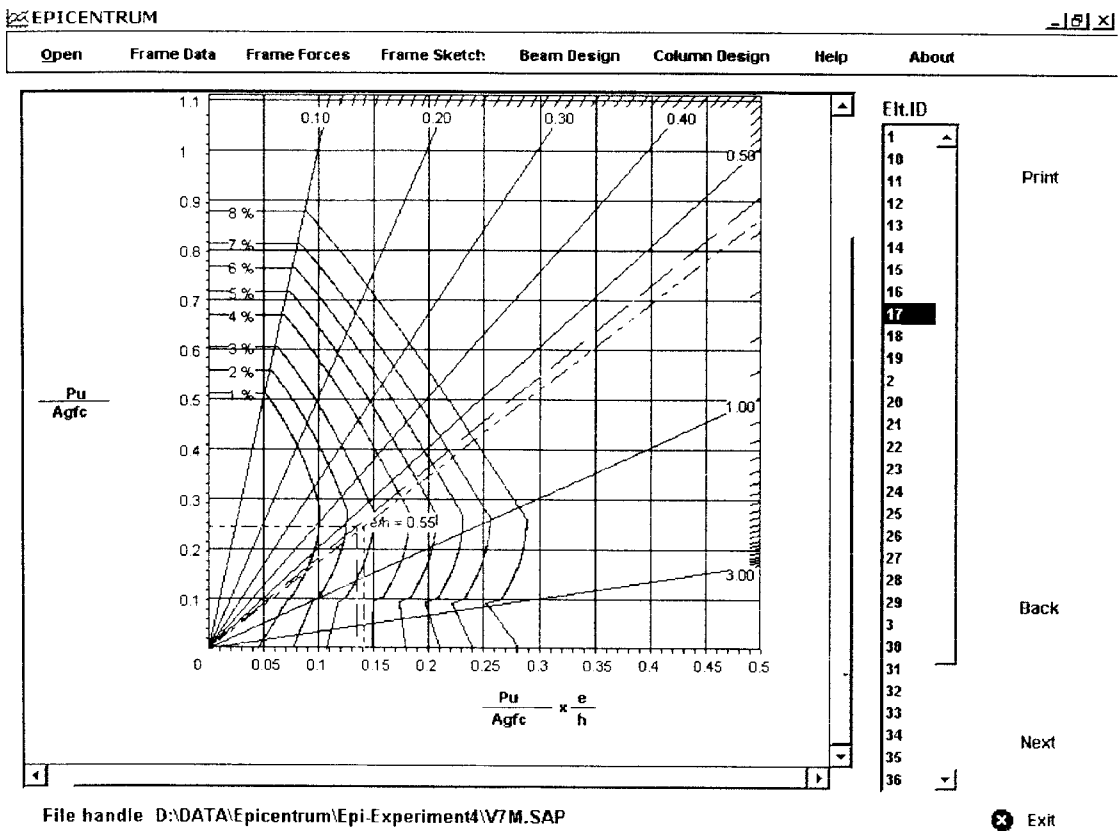
Inside Plastic-Hinge Area

Vs = D10 - 25 = 1013.16 kN	
----------------------------	--

Back
Print
Next

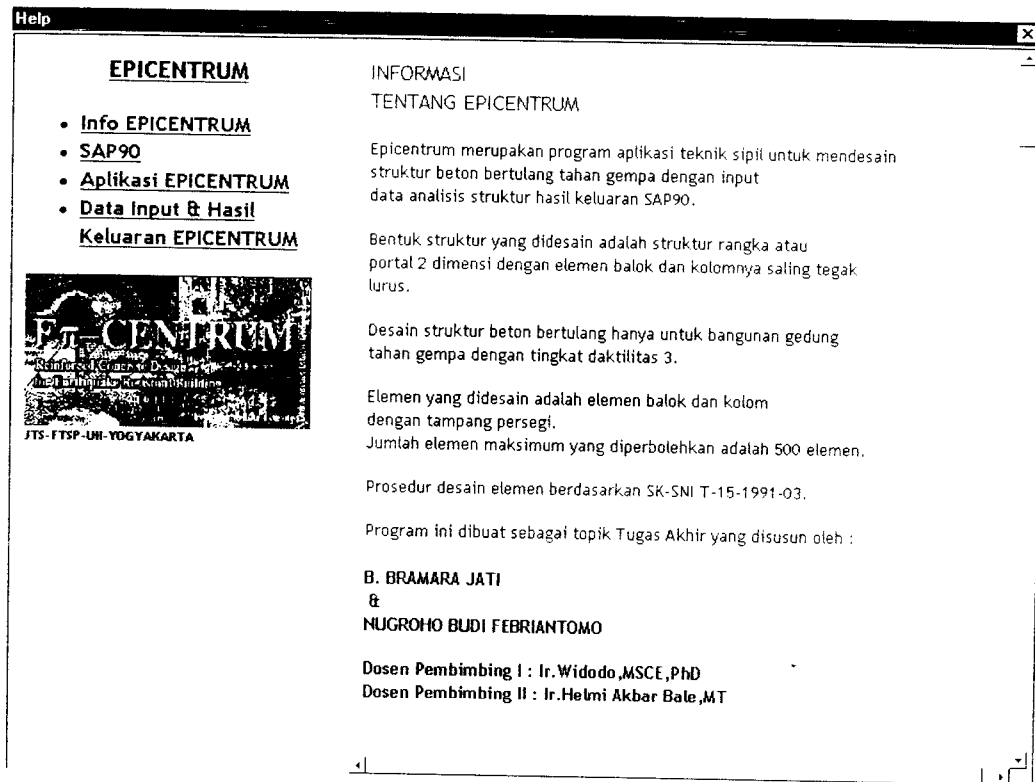
File handle D:\DATA\Epicentrum\Epi-Experiment4\W7M.SAP ✖ Exit

Gambar 4.13. Hasil Desain kolom



Gambar 4.14. Diagram interaksi kolom

h
i
l



Gambar 4.16. Tampilan *Help* program

BAB V

VERIFIKASI HASIL HITUNGAN

5.1 Perhitungan Struktur

Untuk mengetahui validitas program komputer maka diperlukan suatu contoh perhitungan struktur yang nantinya hasil perhitungan dengan program akan dicocokkan dengan hasil perhitungan secara manual.

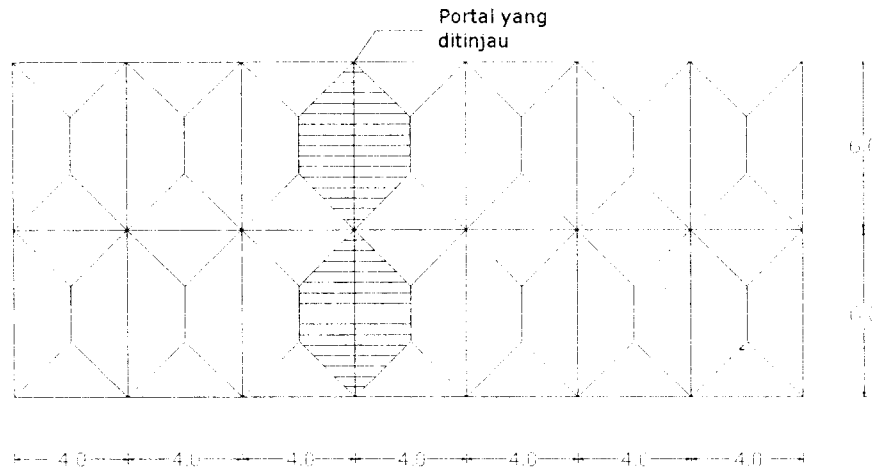
5.1.1 Spesifikasi Data Struktur

Model struktur yang dipakai adalah struktur beton bertulang dengan spesifikasi data sebagai berikut :

1. $f_y = 300$ Mpa
2. $f_c = 25$ Mpa
3. Tebal plat 12 cm
4. Berat volume beton 2400 kg/m^3
5. Portal yang di desain hanya portal arah melintang.
6. Panjang bentang balok 6m, 7m dan 8m.
7. Tinggi kolom pada lantai 1 adalah 4.5 m dan lantai 2 s/d lantai 12 adalah 3.5 m.
8. Tata guna bangunan sebagai perkantoran.
9. Bangunan dirancang simetris, sehingga pusat massa dan pusat kekakuan saling berhimpit, maka faktor puntir relatif kecil dan dapat diabaikan.

5.1.2 Pembebanan Struktur

Struktur gedung harus didesain agar dapat menahan beban-beban yang bekerja pada struktur. Kekuatan yang dihasilkan oleh struktur tersebut nantinya minimal harus sama dengan gaya-gaya yang terjadi akibat kombinasi beban, yaitu kombinasi beban tetap dan beban sementara. Beban tetap terdiri dari beban mati dan beban hidup sedangkan beban sementara dalam hal ini berupa beban gempa. Distribusi beban plat pada balok dapat dilihat pada denah dibawah ini.

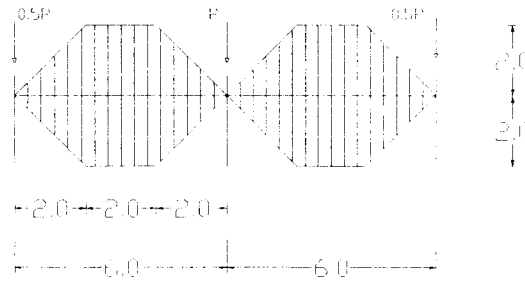


Gb. 5.1 Denah Struktur dan Distribusi Beban pada Plat.

A. Analisis Pembebanan

Sebelum struktur dianalisis maka diperlukan analisis pembebanan pada struktur yang nantinya akan menjadi data masukan dalam analisis struktur.

1. Perhitungan Beban Gravitasi



Gambar 5.2 Distribusi beban plat pada portal yang ditinjau

a. Balok atap

Beban Mati Merata

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat} &= 0.12 \times 2400 &= 288 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Plafond} &= 18 &= 18 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{qm} &= 3.00 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$q_{ekivalen} = \frac{1}{6} Lx \left[3 - \left(\frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right] qm$$

$$q_{ekivalen} = 2 \cdot \left\{ \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot \left[3 - \left(\frac{4}{6} \right)^2 \right] \cdot 3 \right\} = 10.23 \text{ kN/m}$$

b. Beban Hidup Merata

$$\begin{aligned}
 - \text{Beban hidup atap} &= 100 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Koefisien reduksi} &= 0.6 \\
 \text{qh} &= 100 \times 0.6 = 60 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{ekivalen} &= 2 \times \left\{ \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot \left[3 - \left(\frac{4}{6} \right)^2 \right] \cdot 60 \right\} &= 204.44 \text{ kg/m} \\
 & &= 2.005 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

c. Beban Mati Terpusat (*portal arah tegak lurusnya*)

$$P = (\text{Luas plat} \times \text{beban mati}) + b.s \text{ balok}$$

$$= (8 \times 3) + 12.96 = 36.975 \text{ kN}$$

d. Beban Hidup terpusat

$$P = (8 \times 0.5886) = 4.709 \text{ kN}$$

2. Perhitungan Beban Gempa

Berat Bangunan Total

a. Berat atap

- *Beban mati*

$$\text{plat} = 0.12 \times 12 \times 8 \times 2400 = 96768 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{balok} &= (0.35 \times 0.60) \times 8 \times 12 \times 2400 + \\ &\quad (0.30 \times 0.45) \times 3 \times 28 \times 2400 = 53136 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{kolom} = (0.6 \times 0.6) \times 1.75 \times 24 \times 2400 = 36288 \text{ kg}$$

$$\text{dinding} = (6 \times 12 + 1 \times 28) \times 1.75 \times 250 = 43750 \text{ kg}$$

$$\text{plafond} = 12 \times 28 \times 50 = 16800 \text{ kg}$$

$$W_m \text{ atap} = 246742 \text{ kg}$$

- *Beban Hidup*

$$\text{beban hidup atap} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{koefisien reduksi} = 0.3$$

$$\text{luas atap} = 12 \times 28 = 336 \text{ m}^2$$

$$W_h \text{ atap} = 10080 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Total Atap} = 246742 + 10080 = 256822 \text{ kg}$$

b. Berat Lantai 1

- *Beban mati*

$$\text{plat} = 0.12 \times 12 \times 8 \times 2400 = 96768 \text{ kg}$$

$$\text{balok} = (0.35 \times 0.60) \times 8 \times 12 \times 2400 +$$

i = 2
 Lantai =
 gunan = 2568

$$\begin{aligned}
 & (0.30 \times 0.45) \times 3 \times 28 \times 2400 = 53136 \text{ kg} \\
 \text{kolom} & = (0.6 \times 0.6) \times 4 \times 24 \times 2400 = 82944 \text{ kg} \\
 \text{dinding} & = (6 \times 12 + 1 \times 28) \times 4 \times 250 = 100000 \text{ kg} \\
 \text{plafond} & = 12 \times 28 \times 50 = 16800 \text{ kg} \\
 \text{spesi} & = 12 \times 28 \times 21 = 7056 \text{ kg} \\
 \text{tegel} & = 12 \times 28 \times 24 = 8064 \text{ kg} \\
 \text{Wm lantai 1} & = 364768 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

ngunan
 ngunan dicari
 = $0.06 H^{3/4}$
 ggi bangunan
 $43^{3/4} = 1.007$

- *Beban Hidup*

$$\begin{aligned}
 \text{beban hidup lantai} & = 250 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{koefisien reduksi} & = 0.3 \\
 \text{luas lantai} & = 12 \times 28 = 336 \text{ m}^2 \\
 \text{Wh lantai} & = 250 \times 0.3 \times 336 = 25200 \text{ kg} \\
 \text{Berat Total lantai} & = 364768 + 25200 = 389968 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

a Dasar
 msikan terletak

lam buku Pec
 edung 1987
 sar 0.06974.

c. Berat Lantai 2 s/d lantai 11

- *Beban mati*

$$\begin{aligned}
 \text{plat} & = 0.12 \times 12 \times 8 \times 2400 = 96768 \text{ kg} \\
 \text{balok} & = (0.35 \times 0.60) \times 8 \times 12 \times 2400 + \\
 & \quad (0.30 \times 0.45) \times 3 \times 28 \times 2400 = 53136 \text{ kg} \\
 \text{kolom} & = (0.6 \times 0.6) \times 3.5 \times 24 \times 2400 = 72576 \text{ kg} \\
 \text{dinding} & = (6 \times 12 + 1 \times 28) \times 3.5 \times 250 = 87500 \text{ kg} \\
 \text{plafond} & = 12 \times 28 \times 50 = 16800 \text{ kg} \\
 \text{spesi} & = 12 \times 28 \times 21 = 7056 \text{ kg} \\
 \text{tegel} & = 12 \times 28 \times 24 = 8064 \text{ kg} \\
 \text{Wm lantai} & = 341900 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

an (1) dan 1
 ran diambil ni

risontal Total

/ 12 = 3.58:

3 maka 0.1V

antai paling

rumus sbb :

- *Beban Hidup*

$$\begin{aligned}
 \text{beban hidup lantai} & = 250 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{koefisien reduksi} & = 0.3 \\
 \text{luas lantai} & = 12 \times 28 = 336 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} \cdot 0.9 \cdot V$$

dengan :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_{total}$$

$$V = 0.069 \times 1 \times 1 \times 4.317,79 = 301,11 \text{ kg}$$

Tabel 5.1 Distribusi gaya horisontal tiap lantai

Tingkat	h	Wi	Wi hi	Fix tot.	Fiy tot.	Fix	Fiy
12	43	256.822	11043.35	30.11	30.11	10.0370	3.7639
11	39.5	367.1	14500.45	39.30	39.30	13.1007	4.9128
10	36	367.1	13215.6	35.82	35.82	11.9399	4.4775
9	32.5	367.1	11930.75	32.34	32.34	10.7791	4.0421
8	29	367.1	10645.9	28.85	28.85	9.6182	3.6068
7	25.5	367.1	9361.05	25.37	25.37	8.4574	3.1715
6	22	367.1	8076.2	21.89	21.89	7.2966	2.7362
5	18.5	367.1	6791.35	18.41	18.41	6.1358	2.3009
4	15	367.1	5506.5	14.92	14.92	4.9749	1.8656
3	11.5	367.1	4221.65	11.44	11.44	3.8141	1.4303
2	8	367.1	2936.8	7.96	7.96	2.6533	0.9950
1	4.5	389.968	1754.856	4.76	4.76	1.5855	0.5945
Total			99984.5	271.18	271.00	90.3924	33.90

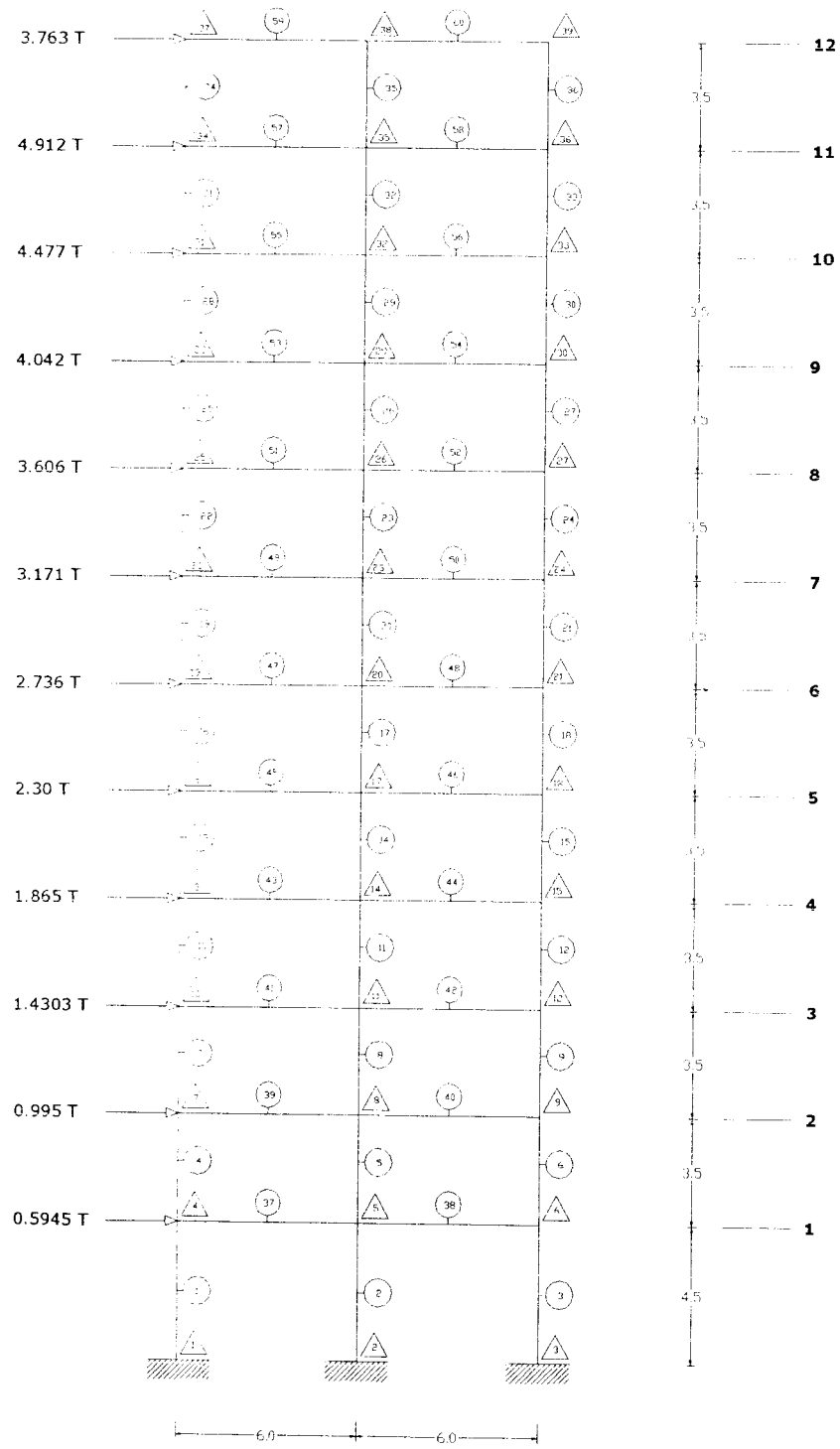
Satuan gaya dalam ton, satuan panjang dalam m

Tabel 5.2 Perhitungan Waktu getar dengan cara T Rayleigh

Waktu Getar Struktur dengan cara T Rayleigh

Tingkat	Wi	dix	dix ²	Fix	Wi.dix ²	Fix.dix
12	256.822	0.05065	0.002565	30.11092	0.658727	1.524968
11	367.1	0.04947	0.002448	39.30209	0.898506	1.944392
10	367.1	0.04762	0.002268	35.81962	0.832425	1.705695
9	367.1	0.04499	0.002024	32.33716	0.743014	1.454816
8	367.1	0.04163	0.001733	28.8547	0.636175	1.201192
7	367.1	0.03761	0.001415	25.37223	0.519378	0.954351
6	367.1	0.03303	0.001091	21.88977	0.400426	0.722953
5	367.1	0.02795	0.000781	18.40731	0.2868	0.514503
4	367.1	0.02248	0.000505	14.92484	0.185465	0.335466
3	367.1	0.01671	0.000279	11.44238	0.102442	0.191145
2	367.1	0.01078	0.000116	7.959916	0.042684	0.085832
1	389.968	0.005	2.5E-05	4.75637	0.009757	0.023791
Total					5.3158	10.659

$$T_x = 1.416$$



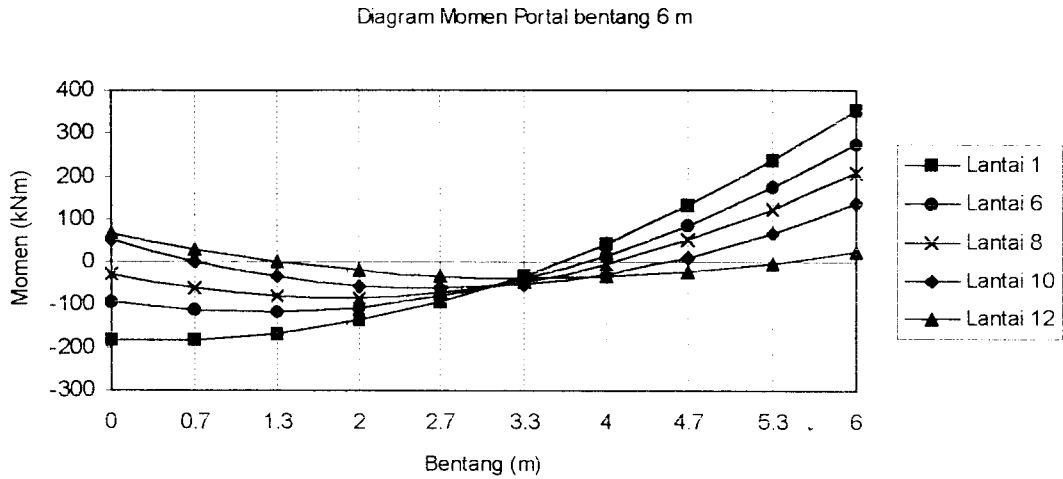
PORTAL BENTANG 6M

Gambar 5.3 Potongan Portal Bentang 6m

5.1.3 Hasil Analisis Struktur

Data-data keluaran dari SAP90 yang akan digunakan dalam desain beton bertulang selanjutnya dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan diagram momen dari kombinasi beban 1.05 ($W_D+W_L+W_E$) untuk masing-masing bentang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Momen (kNm)



plasi

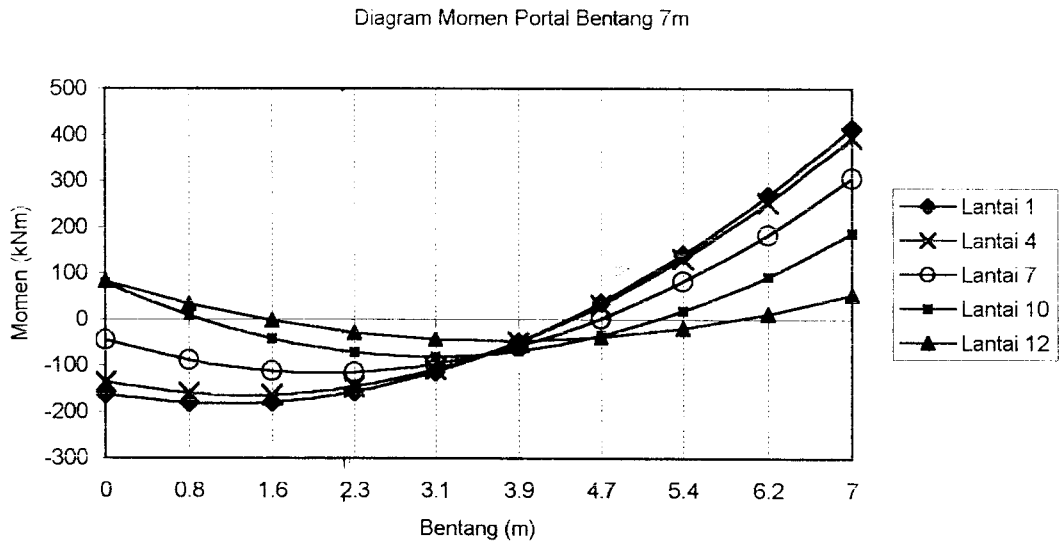
Gambar 5.4 Diagram Momen Untuk Portal Bentang 6m

5.1.4

1. D

distr

mon



Gambar 5.5 Diagram Momen Untuk Portal Bentang 7m

Tabel 5.4 Gaya-gaya Balok Portal bentang 7 m

Elt.	VD	VL	VE	Mneg	Mpos	Mlap
37	-96.36	18.56	-78.52	-433.28	162.73	183.49
40	98.81	19.27	-85.1	-469.79	182.02	192.72
43	100.49	19.74	-83.81	-472.85	185.31	195.3
46	102.05	20.17	-79.9	-465.16	178.85	190.45
49	103.4	20.54	-74.42	-450.7	165.69	180.76
52	104.56	20.86	-67.68	-430.58	147.07	167.77
55	105.53	21.12	-59.74	-405.11	123.27	152.41
58	106.31	21.34	-50.64	-374.43	94.43	135.7
61	106.92	21.5	-40.43	-338.73	60.74	118.8
64	107.35	21.62	-29.28	-298.76	27.8	103.14
67	107.77	21.69	-17.93	-257.64	-	94.8
69	64.84	10.44	-8.93	-150.42	9.7	60.84

Tabel 5.5 Gaya-gaya Balok Portal bentang 8 m

Elt.	VD	VL	VE	Mneg	Mpos	Mlap
37	-112.31	21.59	-73.03	-492.74	143.78	193.76
40	113.22	22.21	-80.37	-536.6	158.76	200.64
43	114.61	22.59	-79.6	-540.78	162.72	201.09
46	115.91	22.94	-76.04	-532.16	155.21	196.63
49	117.05	23.24	-70.87	-515.89	140.15	187.82
52	118.03	23.5	-64.45	-493.45	120.33	176.19
55	118.85	23.72	-56.89	-465.29	96.74	162.65
58	119.52	23.9	-48.23	-431.59	68.69	148.1
61	120.04	24.04	-38.52	-392.6	36.41	133.61
64	120.43	24.14	-27.95	-349.3	0.57	121.24
67	120.74	24.18	-17.27	-304.71	-	121.33
69	71.86	11.11	-8.91	-175.65	-	73.79

a. Hitungan Tulangan Longitudinal

1) Desain Tulangan Tumpuan Negatif

$$M_u = 379.13 \text{ kNm}$$

$$h = 600 \text{ mm}, b = 350 \text{ mm}$$

penutup beton = 40 mm, Diameter Sengkang = 10 mm

Diameter tulangan pokok = 25 mm

$$d = h - p_b - D_s - 0.5 \cdot D$$

$$= 600 - 40 - 10 - 0.5 \cdot 25 = 537.5 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 f'_c \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0.85 \cdot 25 \cdot 0.85}{300} \cdot \frac{600}{600 + 300} = 0.04014$$

$$\rho_{maks} = 0.75 \rho_b = 0.0301$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = 0.004667$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{379.13 \cdot 1e6}{0.8 \cdot 300 \cdot 537.5^2} = 4.686 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{300}{0.85 \cdot 25} = 14.117$$

$$\rho_{maks} = 0.75 \rho_b = 0.0301$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = 0.004667$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{14.117} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 14.117 \cdot 4.686}{300}} \right) = 0.0178$$

$$\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{maks}$$

$$A_{s_{perlu}} = \rho b d = 0.0178 \cdot 350 \cdot 537.5 = 3363.47 \text{ mm}^2$$

digunakan 7D25 (2 baris) dengan $A_s = 3436.117 \text{ mm}^2$

2) Desain Tulangan Tumpuan Positif

$$M_u = 180.51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{u_{positif}}}{M_{u_{negatif}}} = \frac{180.51}{379.13} = 0.476 < 0.5$$

maka :

$$M_{u-pakai} = 0.5 \cdot 379.13 = 189.565 \text{ kNm}$$

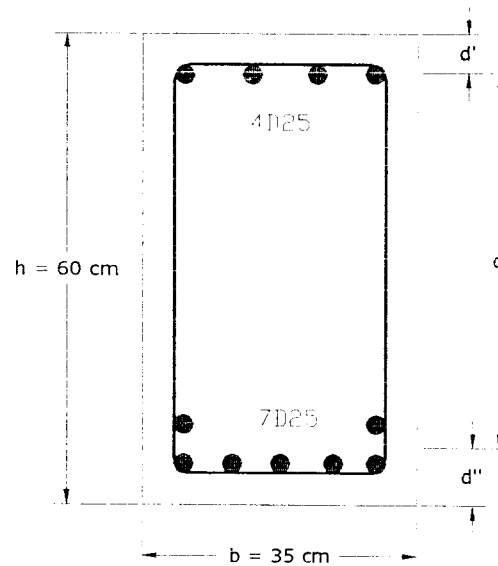
$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{189.565}{0.8 \cdot 350 \cdot 537.5} = 2.343 \text{ MPa}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{14.117} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 14.117 \cdot 2.343}{300}} \right) = 0.00829$$

$$A_{s-perlu} = \rho b d = 0.00829 \cdot 350 \cdot 537.5 = 1560.640 \text{ mm}^2$$

digunakan 4D25 dengan $A_s = 1963.495 \text{ mm}^2$

3) Analisis Kekuatan Penampang Terhadap Momen Tumpuan Negatif



$$A_s = 3436.117 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 1963.495 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = pb + D_s + 0.5D = 40 + 10 + \frac{25}{2} = 62.5 \text{ mm}$$

$$y_2 = y_1 + Spasi + D = 62.5 + 25 + 25 = 112.5 \text{ mm}$$

$$d'' = \frac{\sum(A \cdot y)}{\sum(A)} = \frac{(5 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2)) \cdot 62.5 + 2 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2) \cdot 112.5}{(7 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2))}$$

$$= 76.785 \text{ mm}$$

$$d = h - d'' = 600 - 76.785 = 523.215 \text{ mm}$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0.85 f_c' b} = \frac{(3436.117 - 1963.495) \cdot 300}{0.85 \cdot 25 \cdot 350} = 59.4 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{59.4}{0.85} = 69.882 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s' = 0.003 \cdot \frac{(c - d')}{c} = 0.003 \cdot \frac{(69.882 - 62.5)}{69.882} = 0.000317$$

$$\varepsilon_l = \frac{f_y}{E_s} = \frac{300}{200000} = 0.002$$

$\varepsilon_s < \varepsilon_l$, ini berarti tulangan baja tekan belum luluh sehingga perlu dicari letak garis netral (c) aktual.

$$c = \pm \sqrt{(Q + R^2)} - R$$

dimana,

$$R = \frac{600A_s' - A_s f_y}{1.7 f_c' b \beta_1} = \frac{600 \cdot 1963.495 - 3436.117 \cdot 300}{1.7 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0.85}$$

$$= 11.647$$

$$Q = \frac{600 \cdot d' A_s'}{0.85 f_c' b \beta_1} = \frac{600 \cdot 62.5 \cdot 1963.495}{0.85 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0.85} = 11647.03$$

dengan rumus di atas didapat nilai $c = 96.901$ mm

$$f_s' = \frac{(c - d')}{c} 600 = \frac{(96.901 - 62.5)}{96.901} 600 = 213.007 \text{ MPa}$$

$$a = \beta_1 c = 0.85 \cdot 96.901 = 82.365 \text{ mm}$$

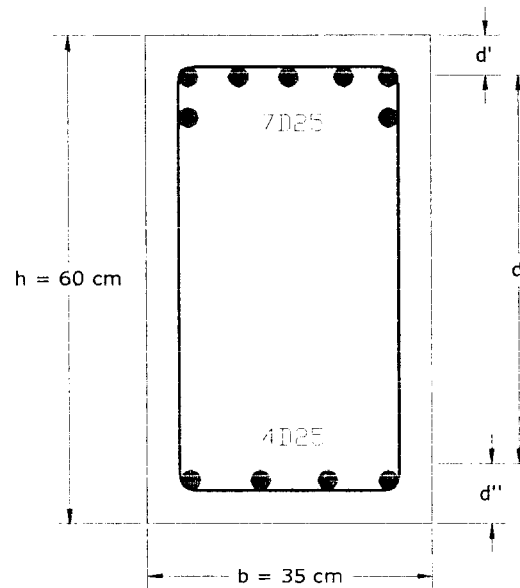
$$M_{n1} = 0.85 f_c' b a \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.85 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 82.365 \left(523.215 - \frac{82.365}{2} \right)$$

$$= 295.288 \text{ kNm}$$

$$M_{n2} = A_s' f_s' (d - d') = 1963.495 \cdot 213.007 (523.215 - 62.5) = 192.688 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0.8 (295.288 + 192.688) = 390.381 \text{ kNm} > M_u = 379.13 \text{ kNm} \dots \text{o.k!}$$

4) Analisis Kekuatan Penampang Terhadap Momen Tumpuan Positif



$$A_s' = 3436.117 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 1963.495 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = pb + D_s + 0.5D = 40 + 10 + \frac{25}{2} = 62.5 \text{ mm}$$

$$y_2 = y_1 + Spasi + D = 62.5 + 25 + 25 = 112.5 \text{ mm}$$

$$d' = \frac{\sum(A \cdot y)}{\sum(A)} = \frac{(5 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2)) \cdot 62.5 + 2 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2) \cdot 112.5}{(7 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot 25^2))}$$

$$= 76.785 \text{ mm}$$

$$d = h - d'' = 600 - 62.5 = 537.5 \text{ mm}$$

karena $A_s' > A_s$ maka pastilah tulangan tekan belum leleh sehingga perlu dicari letak garis netral (c) aktual.

$$c = \pm \sqrt{(Q + R^2)} - R$$

dimana,

$$R = \frac{600A_s' - A_s f_y}{1.7 f_c' b \beta_1} = \frac{600 \cdot 3436.117 - 1963.495 \cdot 300}{1.7 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0.85}$$

$$= 116.470$$

denga
maks
pada t

Eit.
37
40
43
46
49
52
55
58
61
64
67
69

$$M_{n\text{-positif}} = \frac{M_{R\text{-positif}}}{\phi} = \frac{234.418}{0.8} = 293.022 \text{ kNm}$$

$$V_D = 81.13 \text{ kN},$$

$$V_L = 15.48 \text{ kN},$$

$$V_E = 85.61 \text{ kN}$$

$$V_G = V_D + R_1 R_2 V_L = 90.42 \text{ kN} \text{ dengan koefisien reduksi } R_1 R_2 = 0.6$$

$$l_n = L - h_{\text{kolom}} = 6 - 0.6 = 5.4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 0.7 \cdot \phi \cdot \left[\frac{M_{n\text{positif}} + M_{n\text{negatif}}}{l_n} \right] + 1.05 \cdot V_g \\ &= 0.7 \cdot 1.25 \left[\frac{487.976 + 293.022}{5.4} \right] + 1.05 \cdot 90.42 = 221.492 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u_{\text{maks}}} &= 1.05 \left(V_D + (R_1 R_2) V_L + \frac{4}{K} V_E \right) \\ &= 1.05 \left(81.13 + 0.6 \cdot 15.48 + \frac{4}{1} 85.61 \right) = 454.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

sehingga dipakai V_u -maksimum = 221.492 kN

$$\begin{aligned} V_u &= 1.05 V_g - 0.7 \cdot \phi \cdot \left[\frac{M_{n\text{positif}} + M_{n\text{negatif}}}{l_n} \right] \\ &= 1.05 \cdot 90.42 - 0.7 \cdot 1.25 \left[\frac{487.976 + 293.022}{5.4} \right] = 31.609 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_u\text{-minimum} = -31.609 \text{ kN}$$

Tabel 5.10 Penulangan Geser Balok Portal Bentang 7 m

Elt.	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
37	548.85	292.90	442.65	112.87	206.72	184.06	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 165$
40	611.13	359.85	473.31	115.89	224.15	198.01	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 145$
43	611.13	359.85	469.95	117.95	226.21	200.07	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 140$
46	611.13	359.85	455.44	119.86	228.12	201.98	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 140$
49	611.13	359.85	434.07	121.51	229.77	203.63	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 135$
52	548.85	292.90	407.19	122.93	216.78	194.12	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 150$
55	548.85	292.90	375.02	124.11	217.96	195.30	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 150$
58	487.98	293.03	337.76	125.07	212.15	191.12	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 155$
61	425.79	224.39	295.62	125.81	198.30	180.80	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 175$
64	425.79	224.39	249.31	126.34	198.83	181.32	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 170$
67	364.05	280.18	202.13	126.82	188.93	172.65	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 190$
69	179.47	153.76	112.15	74.65	105.44	97.17	$\phi 10 - 130$	$\phi 10 - 265$

Tabel 5.11 Penulangan Geser Balok Portal Bentang 8 m

Elt.	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
37	671.24	359.51	438.25	131.53	233.83	212.94	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 125$
40	671.24	359.51	470.43	132.87	235.18	214.29	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 125$
43	709.09	382.51	468.89	134.57	242.92	220.79	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 115$
46	671.24	359.51	455.53	136.16	238.47	217.57	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 120$
49	671.24	359.51	435.20	137.54	239.85	218.96	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 120$
52	671.24	359.51	409.43	138.74	241.04	220.15	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 120$
55	611.13	359.85	378.67	139.74	236.11	216.43	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 120$
58	548.85	292.90	343.12	140.55	224.10	207.04	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 130$
61	548.85	292.90	302.97	141.19	224.74	207.67	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 130$
64	487.98	293.03	259.05	141.66	219.18	203.35	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 135$
67	425.79	280.49	214.54	142.01	203.58	190.07	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 155$
69	179.47	192.20	119.87	82.45	114.16	107.11	$\phi 10 - 130$	$\phi 10 - 265$

2. Desain Kolom

Seperti juga pada desain penulangan geser balok, gaya yang dipakai pada desain kolom adalah gaya-gaya hasil modifikasi momen kapasitas balok yang berhubungan dengan kolom yang ditinjau. Berikut ini disajikan contoh hitungan desain kolom untuk elemen 1.

Tabel 5.12 Gaya-gaya kolom Portal Bentang 6 m

Elt.	ND	NL	NE	VD	VL	VE	MEq.T	Meg.B
1	-1703.12	-394.9	721.39	-10.25	-2.03	101.41	112.64	-343.72
4	-1561.82	-363.45	635.78	-26.43	-5.33	83.08	136.92	-153.85
7	-1421.59	-331.17	544.58	-26.14	-5.44	82.3	143.89	-144.18
10	-1279.36	-298.3	455.28	-27.96	-5.94	78.07	141.53	-131.7
13	-1135.29	-264.91	370.3	-29.36	-6.34	73.39	136.19	-120.67
16	-989.64	-231.08	291.18	-30.57	-6.68	67.56	128.55	-107.92
19	-842.65	-196.86	219.24	-31.59	-6.97	60.66	118.89	-93.42
22	-694.55	-162.33	155.74	-32.43	-7.21	52.66	107.23	-77.07
25	-545.56	-127.55	101.9	-33.08	-7.39	43.56	93.55	-58.9
28	-395.87	-92.58	58.93	-33.59	-7.53	33.28	77.43	-39.05
31	-245.72	-57.48	27.86	-33.43	-7.55	22.16	59.08	-18.47
34	-95.04	-22.27	9.03	-39.42	-8.56	7.8	28.48	1.19
2	-2594.34	-648.36	-0.17	0	0	129.78	198.55	-385.48
5	-2348.48	-587.22	-0.13	0	0	160.52	266.07	-295.74
8	-2113.4	-527.76	-0.11	0	0	152.34	267.07	-266.12
11	-1882.36	-469.46	-0.08	0	0	146.78	260.46	-253.26
14	-1654.98	-412.21	-0.05	0	0	137.83	247.53	-234.89
17	-1430.76	-355.85	-0.02	0	0	126.92	230.62	-213.59
20	-1209.22	-300.24	0	0	0	113.88	209.92	-188.67
23	-989.9	-245.27	0.03	0	0	98.78	185.53	-160.2
26	-772.38	-190.79	0.05	0	0	81.6	157.39	-128.22
29	-556.23	-136.7	0.08	0	0	62.48	125.64	-93.03
32	-341.03	-82.88	0.12	0	0	41.01	88.25	-55.28
35	-126.87	-29.27	0.09	0	0	21.03	51.58	-22.01

Tabel 5.13 Gaya-gaya kolom Portal Bentang 7 m

Elt.	ND	NL	NE	VD	VL	VE	MEq.T	Meg.B
1	-1859.94	-424.92	676.4	-14.19	-2.8	111.48	111.01	-390.67
4	-1703.83	-390.39	597.88	-35.48	-7.1	91.43	147.21	-172.81
7	-1549.16	-355.15	512.78	-34.43	-7.05	90.19	157.9	-157.75
10	-1392.81	-319.44	428.97	-36.25	-7.53	85.49	156.48	-142.75
13	-1234.9	-283.31	349.06	-37.66	-7.92	80.34	151.11	-130.09
16	-1075.64	-246.8	274.64	-38.88	-8.25	73.96	143.05	-115.81
19	-915.22	-209.97	206.96	-39.91	-8.53	66.4	132.73	-99.69
22	-753.84	-172.88	147.22	-40.77	-8.77	57.64	120.2	-81.55
25	-591.67	-135.58	96.58	-41.45	-8.95	47.68	105.44	-61.45
28	-428.89	-98.11	56.14	-41.95	-9.08	36.42	87.9	-39.58
31	-265.68	-60.53	26.86	-41.94	-9.18	24.26	67.73	-17.18
34	-102.05	-22.87	8.93	-46.15	-9.83	8.3	32.7	3.66
2	-3002.69	-739.51	-0.17	0	0	142.37	204.47	-436.2
5	-2724.18	-671.26	-0.14	0	0	175.95	288.66	-327.15
8	-2455.73	-604.45	-0.11	0	0	167.76	294.39	-292.77
11	-2190.66	-538.59	-0.08	0	0	161.73	288.48	-277.57
14	-1928.7	-473.56	-0.06	0	0	151.93	274.8	-256.96

17	-1669.45	-409.28	-0.03	0	0	139.91	256.46	-233.21
20	-1412.51	-345.64	0	0	0	125.54	233.87	-205.51
23	-1157.5	-282.52	0.02	0	0	108.89	207.2	-173.91
26	-904.07	-219.83	0.05	0	0	89.95	176.37	-138.46
29	-651.85	-157.47	0.08	0	0	68.89	141.54	-99.58
32	-400.49	-95.34	0.11	0	0	45.24	100.13	-58.2
35	-149.97	-33.36	0.08	0	0	23.61	59.86	-22.77

Tabel 5.14 Gaya-gaya kolom Portal Bentang 8 m

Elt.	ND	NL	NE	VD	VL	VE	MEq.T	MEq.B
1	-2016.89	-455.22	642.13	-18.82	-3.72	121.58	107.31	-439.81
4	-1846.06	-417.66	569.1	-45.91	-9.16	99.88	156.35	-193.24
7	-1676.99	-379.48	488.73	-44.01	-8.91	98.11	171.47	-171.93
10	-1506.51	-340.93	409.13	-45.75	-9.36	92.95	171.36	-153.97
13	-1334.74	-302.02	333.09	-47.12	-9.73	87.31	166.17	-139.43
16	-1161.83	-262.81	262.23	-48.3	-10.04	80.37	157.81	-123.49
19	-987.94	-223.34	197.78	-49.31	-10.31	72.16	146.91	-105.64
22	-813.23	-183.65	140.88	-50.14	-10.53	62.64	133.6	-85.64
25	-637.85	-143.79	92.65	-50.81	-10.71	51.82	117.81	-63.54
28	-461.95	-103.79	54.14	-51.26	-10.82	39.57	98.86	-39.63
31	-285.66	-63.68	26.18	-51.47	-11.02	26.36	76.8	-15.44
34	-109.07	-23.54	8.91	-57.64	-11.18	8.77	37.13	6.43
2	-3399.97	-825.84	-0.18	0	0	154.85	207.9	-488.93
5	-3089.55	-750.78	-0.14	0	0	191.12	309.6	-359.33
8	-2788.58	-676.95	-0.12	0	0	183.03	320.94	-319.68
11	-2490.41	-603.88	-0.09	0	0	176.56	316.18	-301.78
14	-2194.84	-531.51	-0.06	0	0	165.93	302.01	-278.76
17	-1901.54	-459.75	-0.03	0	0	152.81	282.38	-252.45
20	-1610.2	-388.5	-0.01	0	0	137.12	258.02	-221.89
23	-1320.51	-317.7	0.02	0	0	118.93	229.16	-187.1
26	-1032.16	-247.24	0.05	0	0	98.25	195.73	-148.14
29	-744.85	-177.06	0.07	0	0	75.27	157.88	-105.58
32	-458.3	-107.08	0.11	0	0	49.46	112.44	-60.66
35	-172.38	-37.18	0.08	0	0	26.23	68.53	-23.29

a. Menghitung Momen Rencana Kolom

Dari analisis SAP90 diketahui :

$$MD = 30.69 \text{ kNm}$$

$$ML = 6.06 \text{ kNm}$$

$$ME = 343.72 \text{ kNm}$$

$$M_E \text{ atas} = 112.64 \text{ kNm}$$

$$M_E \text{ bawah} = -343.72 \text{ kNm}$$

$$M_E \text{ bawah untuk kolom di atasnya} = -153.85 \text{ kNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,n \text{ atas}}}{M_{E,n \text{ atas}} + M_{E,n+1 \text{ bawah}}} = \frac{112.64}{112.64 + 153.85} = 0.4227$$

$$\alpha_{kb} = 1 - M_{E,n-1 \text{ atas}}$$

karena elemen 1 terletak pada lantai dasar maka nilai $\alpha_b = 0$

$$M_{u-atas} = \frac{h}{h_n} \cdot 0.7 \cdot \omega_d \cdot \phi_0 \cdot \alpha_{atas} \left[\frac{l}{l_n} M_{n \text{ kiri}} + \frac{l}{l_n} M_{n \text{ kanan}} \right]$$

$$M_{u-bawah} = \frac{h}{h_n} \cdot 0.7 \cdot \omega_d \cdot \phi_0 \cdot \alpha_{bawah} \left[\frac{l}{l_n} M_{n \text{ kiri}} + \frac{l}{l_n} M_{n \text{ kanan}} \right]$$

dengan nilai $\omega_d = 1$ (untuk kolom paling atas dan kolom paling bawah, sedangkan untuk kolom lainnya nilai $\omega_d = 1.3$).

Nilai $\phi = 1.25$ untuk $f_y < 400$ Mpa dan $\phi = 1.4$ untuk $f_y > 400$ Mpa

Khusus untuk kolom dasar,

$$M_{u-bawah} = M_{E-bawah}$$

$$h = 4.5 \text{ m,}$$

$$h_n = 4.5 - 0.6 = 3.9 \text{ m}$$

$$l = 6 \text{ m,}$$

$$l_n = 6 - 0.6 = 5.4 \text{ m}$$

$M_n \text{ kanan} = 487.986 \text{ kNm}$, $M_n \text{ kiri} = 0$ (karena elemen 1 terletak di tepi)

Dengan data-data di atas maka didapat nilai-nilai :

$$M_{u-atas} = 214.658 \text{ kNm}$$

$$M_{u-bawah} = 343.72 \text{ kNm}$$

diambil nilai $M_u = 343.72 \text{ kNm}$.

namun nilai-nilai tersebut tidak perlu lebih besar dari :

$$\begin{aligned} M_{maks} &= 1.05 \left(M_D + M_L + \frac{4}{K} M_E \right) \\ &= 1.05 \left(30.69 + 6.06 + \frac{4}{1} \cdot 343.72 \right) = 1482.2115 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Jadi nilai momen rencana, $M_u = 343.72 \text{ kNm}$.

Tabel 5.15 Momen Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 6 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		MD	ML	ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah					atas	bawah	
1	112.64	-	0.423	-	487.98	-	-30.69	-6.06	-343.7	1482.21	214.85	343.72	343.72
4	136.92	-153.9	0.487	0.577	548.85	487.98	48.2	9.64	-153.9	706.90	407.79	429.73	429.73
7	143.89	-144.2	0.522	0.513	548.85	548.85	-46.56	-9.73	-144.2	664.66	437.12	429.41	437.12
10	141.53	-131.7	0.540	0.478	548.85	548.85	-49.39	-10.53	141.5	657.34	451.91	400.09	451.91
13	136.19	-120.7	0.558	0.460	548.85	548.85	-51.8	-11.22	136.2	638.17	467.08	385.30	467.08
16	128.55	-107.9	0.579	0.442	487.98	548.85	-53.86	-11.8	128.6	608.85	431.08	370.13	431.08
19	118.89	-93.42	0.607	0.421	487.98	487.98	-55.58	-12.28	118.9	570.59	451.60	313.27	451.60
22	107.23	-77.07	0.645	0.393	425.79	487.98	-56.98	-12.68	107.2	523.51	419.22	292.75	419.22
25	93.55	-58.9	0.706	0.355	364.05	425.79	-58.08	-12.99	93.55	467.53	391.78	230.27	391.78
28	77.43	-39.05	0.807	0.294	364.05	364.05	-58.95	-13.21	77.43	400.97	448.36	163.54	400.97
31	59.08	-18.47	0.980	0.193	294.30	364.05	59.11	13.29	59.08	324.16	440.06	106.95	324.16
34	28.48	1.19	1.000	0.020	224.20	294.30	-76.02	-16.24	28.48	216.49	263.07	6.82	216.49

Tabel 5.16 Momen Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 6 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		Mn-positif,b-x		ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah	atas	bawah			atas	bawah	
2	198.55	-	0.40	-	487.98	-	293.03	-	-385.5	1619	326.79	385.48	385.48
5	266.07	-295.7	0.50	0.60	548.85	487.98	292.90	293.03	-295.7	1242.1	641.94	712.78	712.78
8	267.07	-266.1	0.51	0.50	548.85	548.85	292.90	292.90	267.1	1121.7	659.03	642.06	659.03
11	260.46	-253.3	0.53	0.49	548.85	548.85	292.90	292.90	260.5	1093.9	675.14	624.96	675.14
14	247.53	-234.9	0.54	0.47	548.85	548.85	292.90	292.90	247.5	1039.6	689.25	608.86	689.25
17	230.62	-213.6	0.55	0.46	487.98	548.85	293.03	292.90	230.6	968.6	655.26	594.74	655.26
20	209.92	-188.7	0.57	0.45	487.98	487.98	293.03	293.03	209.9	881.66	675.68	536.07	675.68
23	185.53	-160.2	0.59	0.43	425.79	487.98	224.39	293.03	185.5	779.23	586.46	515.64	586.46
26	157.39	-128.2	0.63	0.41	364.05	425.79	224.14	224.39	157.4	661.04	563.90	405.30	563.90
29	125.64	-93.03	0.69	0.37	364.05	364.05	224.14	224.14	125.6	527.69	623.07	333.31	527.69
32	88.25	-55.28	0.80	0.31	294.30	364.05	153.84	224.14	88.25	370.65	547.13	274.14	370.65
35	51.58	-22.01	1	0.20	224.20	294.30	153.76	153.84	51.58	216.64	443.49	104.97	216.64

Tabel 5.17 Momen Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 7 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		MD	ML	ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah					atas	bawah	
1	111.01	-	0.39	-	548.85	-	-42.39	-8.37	-390.7	1694.11	220.12	390.67	390.67
4	147.21	-172.8	0.48	0.61	611.13	548.85	65.11	12.96	-172.8	807.78	442.96	501.79	501.79
7	157.9	-157.8	0.53	0.52	611.13	611.13	-61.13	-12.6	157.9	740.54	481.94	474.67	481.94
10	156.48	-142.8	0.55	0.47	611.13	611.13	-63.9	-13.3	156.5	738.29	501.07	435.70	501.07
13	151.11	-130.1	0.57	0.45	611.13	611.13	-66.32	-14	151.1	718.97	519.50	416.56	519.50
16	143.05	-115.8	0.59	0.43	548.85	611.13	-68.4	-14.5	143.1	687.90	485.67	398.14	485.67
19	132.73	-99.69	0.62	0.41	548.85	548.85	-70.15	-15	132.7	646.89	510.48	338.46	510.48
22	120.2	-81.55	0.66	0.38	487.98	548.85	-71.59	-15.4	120.2	596.19	484.85	313.64	484.85
25	105.44	-61.45	0.73	0.34	425.79	487.98	-72.73	-15.7	105.4	535.72	464.85	247.87	464.85
28	87.9	-39.58	0.84	0.27	425.79	425.79	-73.54	-15.9	87.9	463.11	534.81	174.49	463.11
31	67.73	-17.18	0.95	0.16	364.05	425.79	73.93	-16.1	67.73	378.98	518.61	104.53	378.98
34	32.7	3.66	1.00	0.05	224.20	364.05	-92.3	-18.3	32.7	253.42	258.96	21.56	253.42

Tabel 5.18 Momen Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 7 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		Mn-positif,b-x		ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah	atas	bawah			atas	bawah	
2	204.47	-	0.38	-	548.85	-	292.90	-	-436.2	1832	331.97	436.20	436.20
5	288.66	-327.2	0.50	0.62	611.13	548.85	359.85	292.90	-327.2	1374	723.83	777.80	777.80
8	294.39	-292.8	0.51	0.50	611.13	611.13	359.85	359.85	294.4	1236.4	750.42	734.14	750.42
11	288.48	-277.6	0.53	0.49	611.13	611.13	359.85	359.85	288.5	1211.6	771.11	707.55	771.11
14	274.8	-257	0.54	0.47	611.13	611.13	359.85	359.85	274.8	1154.2	788.66	686.86	788.66
17	256.46	-233.2	0.56	0.46	548.85	611.13	292.90	359.85	256.5	1077.1	701.66	669.30	701.66
20	233.87	-205.5	0.57	0.44	548.85	548.85	292.90	292.90	233.9	982.25	724.89	562.27	724.89
23	207.2	-173.9	0.60	0.43	487.98	548.85	293.03	292.90	207.2	870.24	702.96	539.04	702.96
26	176.37	-138.5	0.64	0.40	425.79	487.98	224.39	293.03	176.4	740.75	623.97	469.75	623.97
29	141.54	-99.58	0.71	0.36	425.79	425.79	224.39	224.39	141.5	594.47	691.81	352.30	594.47
32	100.13	-58.2	0.81	0.29	364.05	425.79	280.18	224.39	100.1	420.55	788.11	284.46	420.55
35	59.86	-22.77	1.00	0.19	224.20	364.05	153.76	280.18	59.86	251.41	436.56	137.86	251.41

Tabel 5.19 Momen Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 8 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		MD	ML	ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah					atas	bawah	
1	107.31	-	0.36	-	671.24	-	-56.15	-11.1	-439.8	1917.81	242.90	439.81	439.81
4	156.35	-193.24	0.48	0.64	671.24	671.24	84.64	16.82	-193.2	918.14	474.47	640.53	640.53
7	171.47	-171.93	0.53	0.52	709.09	671.24	-77.92	-15.81	-171.9	820.52	554.49	521.75	554.49
10	171.36	-153.97	0.55	0.47	671.24	709.09	-80.52	-16.51	171.36	821.59	549.29	497.90	549.29
13	166.17	-139.43	0.57	0.45	671.24	671.24	-82.87	-17.14	166.17	802.92	571.50	446.94	571.50
16	157.81	-123.49	0.60	0.43	671.24	671.24	-84.87	-17.67	157.81	770.47	596.75	424.72	596.75
19	146.91	-105.64	0.63	0.40	611.13	671.24	-86.58	-18.12	146.91	726.96	572.99	399.47	572.99
22	133.6	-85.64	0.68	0.37	548.85	611.13	-87.98	-18.5	133.6	672.92	552.03	334.02	552.03
25	117.81	-63.54	0.75	0.32	548.85	548.85	-89.12	-18.79	117.81	608.11	609.54	262.55	608.11
28	98.86	-39.63	0.86	0.25	487.98	548.85	-89.8	-18.95	98.86	529.40	626.40	205.04	529.40
31	76.8	-15.44	0.92	0.14	425.79	487.98	90.45	-19.41	76.8	437.91	583.11	97.83	437.91
34	37.13	6.43	1.00	0.08	224.20	425.79	-109.9	-20.31	37.13	292.61	255.96	37.55	255.96

Tabel 5.20 Momen Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 8 m

Elt.	MEq.T	Meg.B	α atas	α bawah	Mn-negatif,b-x		Mn-positif,b-x		ME	Mmaks	Mu,k-x		Mu,k-x pakai
					atas	bawah	atas	bawah			atas	bawah	
2	207.9	-	0.367	-	671.24	-	359.51	-	-488.9	2053.5	362.89	488.93	488.93
5	309.6	-359.33	0.492	0.633	671.24	671.24	359.51	359.51	-359.3	1509.2	752.64	969.10	969.10
8	320.94	-319.68	0.515	0.508	709.09	671.24	382.51	359.51	320.94	1347.9	834.98	777.15	834.98
11	316.18	-301.78	0.531	0.485	671.24	709.09	359.51	382.51	316.18	1328	813.01	785.13	813.01
14	302.01	-278.76	0.545	0.469	671.24	671.24	359.51	359.51	302.01	1268.4	833.27	716.79	833.27
17	282.38	-252.45	0.560	0.455	671.24	671.24	359.51	359.51	282.38	1186	856.65	696.53	856.65
20	258.02	-221.89	0.580	0.440	611.13	671.24	359.85	359.51	258.02	1083.7	835.34	673.14	835.34
23	229.16	-187.1	0.607	0.420	548.85	611.13	292.90	359.85	229.16	962.47	758.78	605.74	758.78
26	195.73	-148.14	0.650	0.393	548.85	548.85	292.90	292.90	195.73	822.07	811.53	490.51	811.53
29	157.88	-105.58	0.722	0.350	487.98	548.85	293.03	292.90	157.88	663.1	837.39	437.75	663.10
32	112.44	-60.66	0.828	0.278	425.79	487.98	280.49	293.03	112.44	472.25	868.36	321.74	472.25
35	68.53	-23.29	1.000	0.172	224.20	425.79	192.20	280.49	68.53	287.83	475.39	138.36	287.83

b. Menghitung Gaya Aksial Rencana Kolom

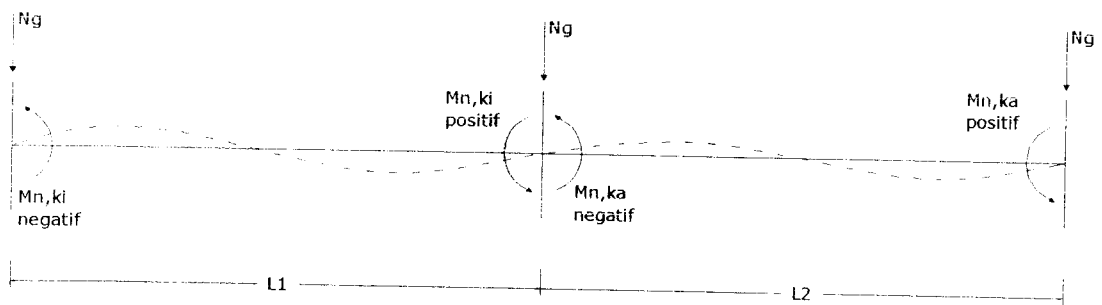
Dari analisis SAP90 diketahui :

$$N_D = 1703.12 \text{ kN,}$$

$$N_L = 394.90 \text{ kN}$$

$$N_E = 721.39 \text{ kN}$$

$$N_g = N_D + N_L = 2098 \text{ kN}$$



$$N_u = 1.05N_g \pm 0.7\phi R_v \left[\frac{\sum M_{n,ki}}{L_1} - \frac{\sum M_{n,ka}}{L_2} \right]$$

untuk elemen 1 karena terletak di tepi maka $\sum M_{n,ki} = 0$, sedangkan

$M_{n,ki}$ negatif = 487.986 kNm dan $M_{n,ki}$ positif = 293.022 kNm

$$N_u = 1.05 \cdot 2098 \pm 0.7 \cdot 1.25 \cdot 1 \left[0 - \left(\frac{487.986 + 293.022}{6} \right) \right] = 2316.797 \text{ kN}$$

namun nilai tersebut tidak perlu lebih besar dari :

$$N_{maks} = 1.05 \left[N_s + \frac{4}{K} \cdot N_E \right] = 1.05 \left[2098 + \frac{4}{1} \cdot 721.39 \right] = 5232.76 \text{ kN}$$

Jadi diambil nilai gaya aksial rencana, $N_u = 2316.797 \text{ kN}$.

Tabel 5.21 Gaya Aksial Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 6 m

Elt	ND	NL	NE	Ng	Mn.b-x		Nu,k-x	Nmaks	Nu pakai
					Negatif	Positif			
1	-1703.12	-394.90	721.39	2098.0	487.98	293.03	2316.82	5232.76	2316.82
4	-1561.82	-363.45	635.78	1925.3	548.85	293.03	2144.31	4691.81	2144.31
7	-1421.59	-331.17	544.58	1752.8	548.85	292.90	1963.15	4127.63	1963.15
10	-1279.36	-298.30	455.28	1577.7	548.85	292.90	1779.30	3568.72	1779.30
13	-1135.29	-264.91	370.30	1400.2	548.85	292.90	1592.97	3025.47	1592.97
16	-989.64	-231.08	291.18	1220.7	548.85	293.03	1404.53	2504.71	1404.53
19	-842.65	-196.86	219.24	1039.5	487.98	293.03	1205.38	2012.29	1205.38
22	-694.55	-162.33	155.74	856.9	487.98	293.03	1013.62	1553.83	1013.62
25	-545.56	-127.55	101.90	673.1	425.79	224.39	801.58	1134.75	801.58
28	-395.87	-92.58	58.93	488.5	364.05	224.14	598.65	760.38	598.65
31	-245.72	-57.48	27.86	303.2	364.05	224.14	404.14	435.37	404.14
34	-95.04	-22.27	9.03	117.3	294.30	153.84	188.53	161.10	161.10

Tabel 5.22 Gaya Aksial Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 6 m

Eit.	ND	NL	NE	Ng	Nu,k-x	Nmaks	Nu pakai
2	-2594.34	-648.36	-0.17	3242.7	3404.98	3405.55	3404.98
5	-2348.48	-587.22	-0.13	2935.7	3082.63	3083.03	3082.63
8	-2113.40	-527.76	-0.11	2641.2	2773.36	2773.68	2773.36
11	-1882.36	-469.46	-0.08	2351.8	2469.56	2469.75	2469.56
14	-1654.98	-412.21	-0.05	2067.2	2170.70	2170.76	2170.70
17	-1430.76	-355.85	-0.02	1786.6	1876.09	1876.02	1876.02
20	-1209.22	-300.24	0.00	1509.5	1585.08	1584.93	1584.93
23	-989.90	-245.27	0.03	1235.2	1297.07	1297.05	1297.05
26	-772.38	-190.79	0.05	963.2	1011.47	1011.54	1011.47
29	-556.23	-136.70	0.08	692.9	727.72	727.91	727.72
32	-341.03	-82.88	0.12	423.9	445.25	445.61	445.25
35	-126.87	-29.27	0.09	156.1	164.09	164.33	164.09

Tabel 5.23 Gaya Aksial Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 7 m

Eit.	ND	NL	NE	Ng	Mn,b-x		Nu,k-x	Nmaks	Nu pakai
					Negatif	Positif			
1	-1859.94	-424.92	676.40	2284.9	548.85	292.90	2504.32	5239.98	2504.32
4	-1703.83	-390.39	597.88	2094.2	611.13	359.85	2320.30	4710.03	2320.30
7	-1549.16	-355.15	512.78	1904.3	611.13	359.85	2120.90	4153.20	2120.90
10	-1392.81	-319.44	428.97	1712.3	611.13	359.85	1919.23	3599.54	1919.23
13	-1234.90	-283.31	349.06	1518.2	611.13	359.85	1715.49	3060.17	1715.49
16	-1075.64	-246.80	274.64	1322.4	611.13	359.85	1509.93	2542.05	1509.93
19	-915.22	-209.97	206.96	1125.2	548.85	292.90	1286.67	2050.68	1286.67
22	-753.84	-172.88	147.22	926.7	548.85	293.03	1078.29	1591.38	1078.29
25	-591.67	-135.58	96.58	727.3	487.98	293.03	861.24	1169.25	861.24
28	-428.89	-98.11	56.14	527.0	425.79	224.39	634.62	789.14	634.62
31	-265.68	-60.53	26.86	326.2	425.79	280.18	430.77	455.33	430.77
34	-102.05	-22.87	8.93	124.9	364.05	280.18	211.69	168.67	168.67

Tabel 5.24 Gaya Aksial Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 7 m

Eit.	ND	NL	NE	Ng	Nu,k-x	Nmaks	Nu pakai
2	-3002.69	-739.51	-0.17	3742.2	3929.44	3930.02	3929.44
5	-2724.18	-671.26	-0.14	3395.4	3565.34	3565.80	3565.34
8	-2455.73	-604.45	-0.11	3060.2	3213.31	3213.65	3213.31
11	-2190.66	-538.58	-0.08	2729.2	2865.83	2866.04	2865.83
14	-1928.70	-473.56	-0.06	2402.3	2522.50	2522.63	2522.50
17	-1669.45	-409.28	-0.03	2078.7	2182.79	2182.79	2182.79
20	-1412.51	-345.64	0.00	1758.2	1846.18	1846.06	1846.06
23	-1157.50	-282.52	0.02	1440.0	1512.15	1512.11	1512.11
26	-904.07	-219.83	0.05	1123.9	1180.22	1180.31	1180.22
29	-651.85	-157.47	0.08	809.3	849.91	850.12	849.91
32	-400.49	-95.34	0.11	495.8	520.75	521.08	520.75
35	-149.97	-33.36	0.08	183.3	192.62	192.83	192.62

Tabel 5.25 Gaya Aksial Rencana Kolom Tepi Portal Bentang 8 m

Eit.	ND	NL	NE	Ng	Mn,b-x		Nu,k-x	Nmaks	Nu pakai
					Negatif	Positif			
1	-2016.89	-455.22	642.13	2472.1	671.24	359.51	2708.45	5292.66	2708.45
4	-1846.06	-417.66	569.10	2263.7	671.24	359.51	2489.64	4767.13	2489.64
7	-1676.99	-379.48	488.73	2056.5	709.09	382.51	2278.69	4211.96	2278.69
10	-1506.51	-340.93	409.13	1847.4	709.09	382.51	2059.21	3658.16	2059.21
13	-1334.74	-302.02	333.09	1636.8	671.24	359.51	1831.34	3117.58	1831.34
16	-1161.83	-262.81	262.23	1424.6	671.24	359.51	1608.61	2597.24	1608.61
19	-987.94	-223.34	197.78	1211.3	671.24	359.85	1384.62	2102.52	1384.62
22	-813.23	-183.65	140.88	996.9	611.13	359.85	1152.92	1638.42	1152.92
25	-637.85	-143.79	92.65	781.6	548.85	292.90	912.79	1209.85	912.79
28	-461.95	-103.79	54.14	565.7	548.85	293.03	686.11	821.42	686.11
31	-285.66	-63.68	26.18	349.3	487.98	293.03	452.23	476.76	452.23
34	-109.07	-23.54	8.91	132.6	425.79	280.49	216.49	176.66	176.66

Tabel 5.26 Gaya Aksial Rencana Kolom Tengah Portal Bentang 8 m

Elt.	ND	NL	NE	Ng	Nu.k-x	Nmaks	Nu pakai
2	-3399.97	-825.84	-0.18	4225.8	4437.21	4437.86	4437.21
5	-3089.55	-750.78	-0.14	3840.3	4032.46	4032.93	4032.46
8	-2788.58	-676.95	-0.12	3465.5	3638.92	3639.31	3638.92
11	-2490.41	-603.88	-0.09	3094.3	3249.11	3249.38	3249.11
14	-2194.84	-531.51	-0.06	2726.4	2862.78	2862.92	2862.78
17	-1901.54	-459.75	-0.03	2361.3	2479.46	2479.48	2479.46
20	-1610.20	-388.50	-0.01	1998.7	2098.74	2098.68	2098.68
23	-1320.51	-317.70	0.02	1638.2	1720.23	1720.20	1720.20
26	-1032.16	-247.24	0.05	1279.4	1343.48	1343.58	1343.48
29	-744.85	-177.06	0.07	921.9	968.11	968.30	968.11
32	-458.30	-107.08	0.11	565.4	593.76	594.11	593.76
35	-172.38	-37.18	0.08	209.6	220.15	220.37	220.15

c. Perhitungan Tulangan Longitudinal Kolom

$$N_u = 2316.797 \text{ kN}$$

$$M_u = 343.72 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_u}{N_u} = \frac{343.72 \cdot 10^3}{2316.797} = 148.36 \text{ mm}$$

Ukuran kolom 600×600 dan ditaksir jumlah penulangan 1%.

$$\rho = \rho' = 0.5 \cdot 1\% = 0.005$$

$$h = 600 \text{ mm}, b = 600 \text{ mm}$$

penutup beton = 40 mm, Diameter Sengkang = 10 mm

Diameter tulangan pokok = 25 mm

$$d = h - pb - Ds - 0.5 \cdot D$$

$$= 600 - 40 - 10 - 0.5 \cdot 25 = 537.5 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho b d = 0.005 \cdot 600 \cdot 537.5 = 1612.5 \text{ mm}^2$$

dicoba tulangan 4D25, $A_s = A_s' = 1963.5 \text{ mm}^2$

$$C_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 300} \cdot 537.5 = 358.3 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 c_b = 0.85 \cdot 358.3 = 304.6 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \cdot \frac{C_b - d'}{C_b} = 600 \cdot \frac{358.33 - (600 - 537.5)}{358.33} = 495.3 \text{ Mpa} > f_y$$

dipakai $f_s = f_y = 300 \text{ Mpa}$.

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0.85 f'_c a_b b + A'_s (f'_s - 0.85 f'_c) - A_s f_y \\ &= (0.85 \cdot 25 \cdot 304.6 \cdot 600 + 1963.5 (300 - 0.85 \cdot 25) - 1963.5 \cdot 300) \cdot 10^{-3} \\ &= 3841.9 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\phi P_{nb} = 0.65 \cdot 3841.9 = 2497.235 \text{ kN}$$

$N_u < \phi P_{nb}$... jenis keruntuhan tarik.

$$\frac{h - 2e}{2d} = \frac{600 - 2 \cdot 148.36}{2 \cdot 537.5} = 0.282$$

$$1 - \frac{d'}{d} = 1 - \frac{62.5}{537.5} = 0.8837$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{300}{0.85 \cdot 25} = 14.117$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = \frac{1963.5}{600 \cdot 537.5} = 0.00608$$

$$P_n = 0.85 f'_c b d \left[\frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d} \right)^2 + 2m\rho \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right]$$

$$P_n = 0.85 \cdot 25 \cdot 600 \cdot 537.5 \left[0.282 + \sqrt{0.282^2 + 2 \cdot 14.117 \cdot 0.00608 \cdot 0.8837} \right]$$

$$\phi P_n = 0.65 \cdot 5227.97 = 3398.18 \text{ kN} > N_u = 2316.797 \text{ kN} \quad \text{Desain o.k...!}$$

d. Membuat Diagram Interaksi

Rumus-rumus yang dipakai :

$$\varepsilon_t = \frac{f_y}{E_s}$$

$$\varepsilon_s = 0.003 \frac{(d - c)}{c}$$

$$\varepsilon'_s = 0.003 \frac{(c-d')}{c}$$

$a = \beta_1 c$, jika $a > h$ maka $a = h$

$$C_c = 0.85 f'_c b \cdot a$$

$$C_s = A'_s (f_y - 0.85 f'_c) \quad \text{untuk } \varepsilon'_s \geq \varepsilon_l$$

$$C_s = A'_s (-f_y) \quad \text{untuk } \varepsilon'_s < -\varepsilon_l$$

$$C_s = A'_s (\varepsilon'_s E_s - 0.85 f'_c) \quad \text{untuk } 0 < \varepsilon'_s < \varepsilon_l$$

$$C_s = A'_s \varepsilon'_s E_s \quad \text{untuk } -\varepsilon_l < \varepsilon'_s < 0$$

$$T_s = A_s (-f_y + 0.85 f'_c) \quad \text{untuk } \varepsilon_s < -\varepsilon_l$$

$$T_s = A_s f_y \quad \text{untuk } \varepsilon_s \geq \varepsilon_l$$

$$T_s = A_s (\varepsilon_s E_s + 0.85 f'_c) \quad \text{untuk } -\varepsilon_l < \varepsilon_s < 0$$

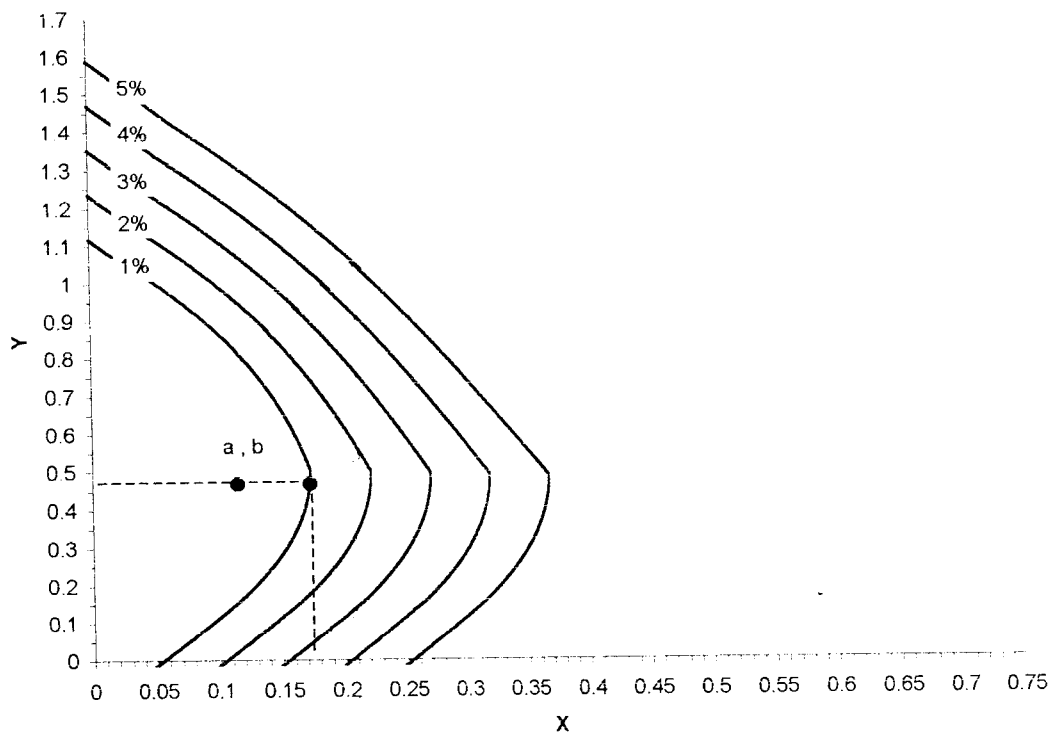
$$T_s = A_s \varepsilon_s E_s \quad \text{untuk } 0 < \varepsilon_s < \varepsilon_l$$

$$P_n = C_c + C_s - T_s$$

$$P_{n-\text{maks}} = 0.85 f'_c (b \cdot h - (A_s + A'_s)) + (A_s + A'_s) f_y$$

$$M_n = C_c \frac{(h-a)}{2} + C_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) + T_s \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

Diagram interaksi Kolom



Gambar 5.8 Diagram Interaksi untuk kolom yang ditinjau

keterangan :
$$X = \frac{P_n}{0.85 f'_c A_g} \times \frac{e}{h}$$

$$Y = \frac{P_n}{0.85 f'_c A_g}$$

titik (a , b) adalah koordinat M_u , P_u hasil analisis struktur.

Gaya aksial pakai $P_u = 2316.797 \text{ kN}$

$$0.1 A_g f'_c = 0.1 \cdot 600 \cdot 600 \cdot 25 = 900 \text{ kN} < P_u \text{ maka dipakai } \phi = 0.65$$

$$Y = \frac{P_u}{\phi 0.85 f'_c A_g} = \frac{2316.797 \cdot 10^3}{0.65 \cdot 0.85 \cdot 25 \cdot 600 \cdot 600} = 0.4659$$

jika nilai Y ini diplot ke diagram interaksi di atas dan kemudian ditarik garis lurus hingga memotong grafik (1%) maka akan didapat nilai $X = 0.173$.

$$0.173 = \frac{P_u}{\phi 0.85 f'_c A_g} \times \frac{e}{h}$$

$$P_u \cdot e = 0.173 (0.65 \cdot 0.85 \cdot 25 \cdot 600 \cdot 600^2) \cdot 10^{-6}$$

$$P_u \cdot e = M_u = 516.145 \text{ kNm}$$

jadi Mu pakai = 516.145 kNm.

Tabel 5.27 Tulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 6 m

Elt.	Ukuran Kolom mm	Nu kN	Mu kNm	ρ_{perlu} (%)	As _{perlu} mm ²	Tulangan terpasang	ϕ Pn kN	ϕ Mn kNm
1	600 x 600	2316.82	343.72	1	3225	8D25	2319.98	516.145
4	600 x 600	2144.31	429.73	1	3225	8D25	2147.39	510.96
7	600 x 600	1963.15	437.12	1	3225	8D25	1964.24	501.94
10	600 x 600	1779.30	451.91	1	3225	8D25	1781.09	488.87
13	600 x 600	1592.97	467.08	1	3225	8D25	1594.41	471.39
16	600 x 600	1404.53	431.08	1	3225	8D25	1407.74	449.7
19	600 x 600	1205.38	451.60	1.19	3837.8	8D25	1220.35	451.7
22	600 x 600	1013.62	419.22	1.19	3837.8	8D25	1019.59	419.25
25	600 x 600	801.58	391.78	1.27	4095.8	10D25	816.1	392.81
28	600 x 600	598.65	400.97	1.59	5127.8	12D25	601.65	401.82
31	600 x 600	404.14	324.16	1.28	4128	10D25	405.42	325.14
34	600 x 600	161.10	216.49	1	3225	8D25	162.37	234.26
2	600 x 600	3404.98	385.48	1	3225	8D25	3405	435.71
5	600 x 600	3082.63	712.78	2.93	9449.3	20D25	3086.53	713.93
8	600 x 600	2773.36	659.03	2.23	7191.8	16D25	2777.71	660.03
11	600 x 600	2469.56	675.14	2.1	6772.5	14D25	2471.59	675.42
14	600 x 600	2170.70	689.25	2.22	7159.5	16D25	2201.23	689.42
17	600 x 600	1876.02	655.26	2.08	6708	14D25	1904.96	655.33
20	600 x 600	1584.93	675.68	2.39	7707.8	16D25	1605.72	675.97
23	600 x 600	1297.05	586.46	2.03	6546.8	14D25	1300.26	586.88
26	600 x 600	1011.47	563.90	2.17	6998.3	16D25	1018.89	564.08
29	600 x 600	727.72	527.69	2.31	7449.8	16D25	729.9	528.77
32	600 x 600	445.25	370.65	1.54	4966.5	12D25	448.46	374.01
35	600 x 600	164.09	216.64	1	3225	8D25	171.68	236.04

Tabel 5.28 Tulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 7 m

Elt.	Dim.Kolom mm	Nu kN	Mu kNm	ρ_{perlu} (%)	$A_{s\ perlu}$ mm ²	Tulangan terpasang	ϕ Pn kN	ϕ Mn kNm
1	600 x 600	2504.32	390.67	1	3225	8D25	2508.41	516.48
4	600 x 600	2320.30	501.79	1	3225	8D25	2323.5	515.82
7	600 x 600	2120.90	481.94	1	3225	8D25	2122.74	509.98
10	600 x 600	1919.23	501.07	1.02	3289.5	8D25	1921.53	502.16
13	600 x 600	1715.49	519.50	1.24	3999	10D25	1729.95	519.55
16	600 x 600	1509.93	485.67	1.16	3741	8D25	1513.36	485.94
19	600 x 600	1286.67	510.48	1.51	4869.8	10D25	1301.28	510.51
22	600 x 600	1078.29	484.85	1.55	4998.8	12D25	1096.1	485.73
25	600 x 600	861.24	464.85	1.68	5418	12D25	874.83	465.6
28	600 x 600	634.62	463.11	1.97	6353.3	14D25	642.12	463.56
31	600 x 600	430.77	378.98	1.6	5160	12D25	425.89	380.57
34	600 x 600	168.67	253.42	1.14	3676.5	8D25	170.99	260.74
2	600 x 600	3929.44	436.20	1.62	5224.5	12D25	3932.93	436.64
5	600 x 600	3565.34	777.80	3.98	12836	28D25	3566.17	779.74
8	600 x 600	3213.31	750.42	3.36	10836	24D25	3219.67	751.43
11	600 x 600	2865.83	771.11	3.15	10159	22D25	2869.04	771.95
14	600 x 600	2522.50	788.66	2.95	9513.8	20D25	2527.18	789.14
17	600 x 600	2182.79	701.66	2.31	7449.8	16D25	2185.14	701.97
20	600 x 600	1846.06	724.89	2.58	8320.5	18D25	1858.61	725.02
23	600 x 600	1512.11	702.96	2.64	8514	18D25	1515.62	703.11
26	600 x 600	1180.22	623.97	2.39	7707.8	16D25	1190.1	624.06
29	600 x 600	849.91	594.47	2.57	8288.3	18D25	862.05	595.06
32	600 x 600	520.75	420.55	1.78	5740.5	12D25	526.8	422.47
35	600 x 600	192.62	251.41	1.07	3450.8	8D25	193.84	252.59

Tabel 5.29 Tulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang 8 m

El.	Ukuran Kolom mm	Nu kN	Mu kNm	ρ_{perlu} (%)	As _{perlu} mm ²	Tulangan terpasang	ϕ Pn kN	ϕ Mn kNm
1	600 x 600	2708.45	439.81	1	3225	8D25	2713.07	501.68
4	600 x 600	2489.64	640.53	1.87	6030.75	14D25	2490.56	641.46
7	600 x 600	2278.69	554.49	1.27	4095.75	10D25	2306.92	554.53
10	600 x 600	2059.21	549.29	1.28	4128	10D25	2095.37	549.42
13	600 x 600	1831.34	571.50	1.54	4966.5	12D25	1832.46	571.65
16	600 x 600	1608.61	596.75	1.85	5966.25	14D25	1610.7	597.46
19	600 x 600	1384.62	572.99	1.85	5966.25	14D25	1395.85	573.05
22	600 x 600	1152.92	552.03	1.92	6192	14D25	1172.39	552.07
25	600 x 600	912.79	608.11	2.59	8352.75	18D25	917.96	608.4
28	600 x 600	686.11	529.40	2.4	7740	16D25	691.03	533.62
31	600 x 600	452.23	437.91	1.93	6224.25	14D25	455.72	437.96
34	600 x 600	176.66	255.96	1.12	3612	8D25	177.55	258.4
2	600 x 600	4437.21	488.93	2.76	8901	20D25	4437.23	490.21
5	600 x 650	4032.46	969.10	4.45	15686.3	32D25	4035.19	976.51
8	600 x 600	3638.92	834.98	4.51	14544.8	30D25	3645.33	835.3
11	600 x 600	3249.11	813.01	3.89	12545.3	26D25	3249.08	815.99
14	600 x 600	2862.78	833.27	3.61	11642.3	24D25	2867.55	833.93
17	600 x 600	2479.46	856.65	3.4	10965	24D25	2483.05	858.02
20	600 x 600	2098.68	835.34	3.25	10481.3	22D25	2104.33	835.38
23	600 x 600	1720.20	758.78	2.89	9320.25	20D25	1721.38	759.69
26	600 x 600	1343.48	811.53	3.52	11352	24D25	1344.56	811.85
29	600 x 600	968.11	663.10	2.9	9352.5	20D25	970.93	663.76
32	600 x 600	593.76	472.25	2.06	6643.5	14D25	596.81	473.23
35	600 x 600	220.15	287.83	1.25	4031.25	10D25	221.54	289.13

e. Perhitungan Tulangan Transversal Kolom

$$\text{Momen aktual kolom} = \frac{516.145}{0.65} = 794.069 \text{ kNm}$$

Gaya geser rencana kolom dapat dicari dengan rumus :

$$V_u = \frac{(M_{u \text{ atas}} + M_{u \text{ bawah}})}{h_n}, \text{ namun tidak perlu lebih besar dari :}$$

$$V_{u \text{ maks}} = 1.05 \left(V_D + V_L + \frac{4}{K} V_E \right)$$

Khusus untuk lantai dasar dan lantai paling atas dimana sendi plastis diperbolehkan terjadi, gaya geser rencana dihitung berdasarkan momen kapasitas dari kolom.

$$V_{u\text{-lantai dasar}} = \frac{(M_{u\text{ atas}} + \phi M_{n\text{-kolom}})}{h_n}$$

$$V_{u\text{-lantai paling atas}} = \frac{(2 \cdot \phi M_{n\text{-kolom}})}{h_n}$$

Sedangkan besar gaya geser yang diberikan oleh beton (V_c) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) b \cdot d$$

Sebagai contoh dibawah ini ditampilkan perhitungan tulangan geser untuk elemen 1.

$$V_{D} = -10.25 \text{ kN}, V_{L} = -2.03 \text{ kN}, V_{E} = 101.41 \text{ kN}$$

$$M_{u\text{ atas}} = 214.85 \text{ kNm}, M_{n\text{ kolom}} = 794.069 \text{ kNm}$$

$$N_u = 2316.797 \text{ kN}$$

$$h_n = 4.5 - 0.3 = 4.2 \text{ m}$$

$$V_u = \frac{(214.658 + 1.25 \cdot 794.069)}{4.2} = 287.4391 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2316.797 \cdot 10^3}{14 \cdot 600 \cdot 600}\right) \frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 600 \cdot 537.5 \cdot 10^{-3} = 392.289 \text{ kN}$$

- pada daerah sendi plastis

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} = \frac{309.549}{0.6} = 515.91 \text{ kN}$$

$$S = \frac{(0.5\pi 10^2) \cdot 300 \cdot 537.5}{515.91 \cdot 10^3} = 49.095 \text{ mm}$$

dipakai sengkang ϕ 10 – 45 mm.

- diluar daerah sendi plastis

$$V_s = \frac{309.549}{0.6} - 392.289 = 123.62 \text{ kN}$$

26	563.90	405.30	0	0	81.6	342.72	334.209
29	623.07	333.31	0	0	62.48	262.42	262.416
32	547.13	274.14	0	0	41.01	172.24	172.242
35	453.92	453.92	0	0	21.03	88.33	88.326

Tabel 5.31 Gaya Geser Rencana Kolom Portal Bentang 7 m

Eit.	Mu,ka kNm	Mu,kb kNm	VD kN	VL kN	VE kN	Vumaks kN	Vu kN
1	220.12	993.23	-14.19	-2.8	111.48	486.06	288.8934
4	442.96	501.79	-35.48	-7.1	91.43	428.72	325.7745
7	481.94	474.67	-34.43	-7.05	90.19	422.35	329.8662
10	501.07	435.70	-36.25	-7.53	85.49	405.03	323.0228
13	519.50	416.56	-37.66	-7.92	80.34	385.29	322.7794
16	485.67	398.14	-38.88	-8.25	73.96	360.12	304.7611
19	510.48	338.46	-39.91	-8.53	66.4	329.74	292.7377
22	484.85	313.64	-40.77	-8.77	57.64	294.11	275.3419
25	464.85	247.87	-41.45	-8.95	47.68	253.18	245.7644
28	534.81	174.49	-41.95	-9.08	36.42	206.55	206.5455
31	518.61	104.53	-41.94	-9.18	24.26	155.57	155.568
34	501.42	501.42	-48.15	-9.83	8.3	95.74	95.739
2	331.97	839.69	0	0	142.37	597.95	278.9676
5	723.83	777.80	0	0	175.95	738.99	517.8037
8	750.42	734.14	0	0	167.76	704.59	511.9163
11	771.11	707.55	0	0	161.73	679.27	509.8812
14	788.66	686.86	0	0	151.93	638.11	508.8002
17	701.66	669.30	0	0	139.91	587.62	472.7467
20	724.89	562.27	0	0	125.54	527.27	443.8464
23	702.96	539.04	0	0	108.89	457.34	428.2763
26	623.97	469.75	0	0	89.95	377.79	377.1446
29	691.81	352.30	0	0	68.89	289.34	289.338
32	788.11	284.46	0	0	45.24	190.01	190.008
35	485.75	485.75	0	0	23.61	99.16	99.162

Tabel 5.32 Gaya Geser Rencana Kolom Portal Bentang 8 m

Elt.	Mu,ka kNm	Mu,kb kNm	VD kN	VL kN	VE kN	Vumaks kN	Vu kN
1	242.90	964.77	-18.82	-3.72	121.58	534.30	287.5405
4	474.47	640.53	-45.91	-9.16	99.88	477.32	384.4813
7	554.49	521.75	-44.01	-8.91	98.11	467.63	371.1189
10	549.29	497.90	-45.75	-9.36	92.95	448.26	361.0996
13	571.50	446.94	-47.12	-9.73	87.31	426.39	351.1865
16	596.75	424.72	-48.3	-10.04	80.37	398.81	352.2298
19	572.99	399.47	-49.31	-10.31	72.16	365.67	335.3306
22	552.03	334.02	-50.14	-10.53	62.64	326.79	305.5349
25	609.54	262.55	-50.81	-10.71	51.82	282.24	282.24
28	626.40	205.04	-51.26	-10.82	39.57	231.38	231.378
31	583.11	97.83	-51.47	-11.02	26.36	176.33	176.3265
34	496.92	496.92	-57.64	-11.18	8.77	109.10	109.095
2	382.89	942.71	0	0	154.85	650.37	315.6203
5	752.64	969.10	0	0	191.12	802.70	593.7042
8	834.98	777.15	0	0	183.03	768.73	555.9056
11	813.01	785.13	0	0	176.56	741.55	551.0813
14	833.27	716.79	0	0	165.93	696.91	534.5015
17	856.65	696.53	0	0	152.81	641.80	535.5787
20	835.34	673.14	0	0	137.12	575.90	520.1672
23	758.78	605.74	0	0	118.93	499.51	470.5227
26	811.53	490.51	0	0	98.25	412.65	412.65
29	837.39	437.75	0	0	75.27	316.13	316.134
32	868.36	321.74	0	0	49.46	207.73	207.732
35	556.02	556.02	0	0	26.23	110.17	110.166

Tabel 5.33 Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 6 m

Elt.	Vu kN	Nu kN	Vc kN	S _{plastis}	S _{luar}
1	287.30	2316.82	392.29	φ12 – 50	φ12 – 200
4	288.80	2144.31	383.09	φ12 – 50	φ12 – 200
7	298.80	1963.15	373.43	φ12 – 50	φ12 – 200
10	293.79	1779.30	363.63	φ12 – 50	φ12 – 200
13	293.92	1592.97	353.69	φ12 – 50	φ12 – 185
16	276.28	1404.53	343.64	φ12 – 55	φ12 – 200
19	263.75	1205.38	333.03	φ12 – 55	φ12 – 200
22	245.51	1013.62	322.80	φ12 – 60	φ12 – 200
25	214.50	801.58	311.49	φ12 – 70	φ12 – 200
28	182.95	598.65	300.67	φ12 – 80	φ12 – 200
31	136.10	404.14	290.30	φ12 – 100	φ12 – 200
34	83.14	161.10	277.34	φ12 – 100	φ12 – 200
2	277.31	3404.98	450.32	φ12 – 50	φ12 – 200
5	467.14	3082.63	433.13	φ12 – 30	φ12 – 70
8	448.65	2773.36	416.64	φ12 – 30	φ12 – 75
11	448.31	2469.56	400.44	φ12 – 30	φ12 – 70
14	447.62	2170.70	384.50	φ12 – 30	φ12 – 70
17	431.03	1876.02	368.79	φ12 – 35	φ12 – 70
20	417.84	1584.93	353.26	φ12 – 35	φ12 – 70
23	380.04	1297.05	337.91	φ12 – 35	φ12 – 85
26	334.21	1011.47	322.69	φ12 – 45	φ12 – 105
29	262.42	727.72	307.55	φ12 – 55	φ12 – 195
32	172.24	445.25	292.49	φ12 – 85	φ12 – 200
35	88.33	164.09	277.50	φ12 – 100	φ12 – 200

Tabel 5.34 Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 7 m

Elt.	Vu kN	Nu kN	Vc kN	S _{plastis}	S _{luar}
1	288.89	2504.32	402.29	φ10 – 50	φ10 – 200
4	325.77	2320.30	392.48	φ10 – 45	φ10 – 165
7	329.87	2120.90	381.84	φ10 – 45	φ10 – 150
10	323.02	1919.23	371.09	φ10 – 45	φ10 – 150
13	322.78	1715.49	360.23	φ10 – 45	φ10 – 140
16	304.76	1509.93	349.26	φ10 – 45	φ10 – 155
19	292.74	1286.67	337.36	φ10 – 50	φ10 – 165
22	275.34	1078.29	326.25	φ10 – 55	φ10 – 190
25	245.76	861.24	314.67	φ10 – 60	φ10 – 200
28	206.55	634.62	302.59	φ10 – 70	φ10 – 200
31	155.57	430.77	291.72	φ10 – 95	φ10 – 200
34	95.74	168.67	277.74	φ10 – 100	φ10 – 200
2	278.97	3929.44	478.28	φ10 – 50	φ10 – 200
5	517.80	3565.34	458.87	φ10 – 25	φ10 – 60
8	511.92	3213.31	440.09	φ10 – 25	φ10 – 60
11	509.88	2865.83	421.57	φ10 – 25	φ10 – 55
14	508.80	2522.50	403.26	φ10 – 25	φ10 – 55
17	472.75	2182.79	385.14	φ10 – 30	φ10 – 60
20	443.85	1846.06	367.19	φ10 – 30	φ10 – 65
23	428.28	1512.11	349.38	φ10 – 35	φ10 – 65
26	377.14	1180.22	331.68	φ10 – 40	φ10 – 85
29	289.34	849.91	314.07	φ10 – 50	φ10 – 150
32	190.01	520.75	296.52	φ10 – 75	φ10 – 200
35	99.16	192.62	279.02	φ10 – 100	φ10 – 200

Tabel 5.35 Tulangan Geser Kolom Portal Bentang 8 m

Elt.	Vu kN	Nu kN	Vc kN	S _{plastis}	S _{luar}
1	287.54	2708.45	413.17	φ10 – 50	φ10 – 200
4	384.48	2489.64	401.51	φ10 – 35	φ10 – 105
7	371.12	2278.69	390.26	φ10 – 40	φ10 – 110
10	361.10	2059.21	378.55	φ10 – 40	φ10 – 110
13	351.19	1831.34	366.40	φ10 – 40	φ10 – 115
16	352.23	1608.61	354.53	φ10 – 40	φ10 – 105
19	335.33	1384.62	342.58	φ10 – 45	φ10 – 115
22	305.53	1152.92	330.23	φ10 – 45	φ10 – 140
25	282.24	912.79	317.42	φ10 – 50	φ10 – 165
28	231.38	686.11	305.34	φ10 – 65	φ10 – 200
31	176.33	452.23	292.86	φ10 – 85	φ10 – 200
34	109.10	176.66	278.17	φ10 – 100	φ10 – 200
2	315.62	4437.21	505.36	φ10 – 45	φ10 – 200
5	593.70	4032.46	483.77	φ10 – 25	φ10 – 50
8	555.91	3638.92	462.79	φ10 – 25	φ10 – 50
11	551.08	3249.11	442.00	φ10 – 25	φ10 – 50
14	534.50	2862.78	421.40	φ10 – 25	φ10 – 50
17	535.58	2479.46	400.96	φ10 – 25	φ10 – 50
20	520.17	2098.68	380.66	φ10 – 25	φ10 – 50
23	470.52	1720.20	360.48	φ10 – 30	φ10 – 55
26	412.65	1343.48	340.39	φ10 – 35	φ10 – 70
29	316.13	968.11	320.37	φ10 – 45	φ10 – 120
32	207.73	593.76	300.41	φ10 – 70	φ10 – 200
35	110.17	220.15	280.49	φ10 – 100	φ10 – 200

BAB VI

VALIDITAS PROGRAM

6.1. Validitas Program

Program komputer secara umum dapat didefinisikan sebagai kumpulan-kumpulan perintah yang disusun secara runtut dengan masukan tertentu dan menghasilkan hasil tertentu sesuai dengan keinginan pemrogram. Kebenaran hasil keluaran dari suatu program tergantung dari alur program atau algoritma yang dibuat oleh pemrogram untuk kemudian diproses oleh komputer. Jika alur program dibuat dengan benar maka keluaran yang dihasilkan oleh program akan sesuai dengan yang diinginkan sebaliknya jika alur program yang dibuat mengandung kesalahan maka hasil keluaran program akan tidak sesuai dengan yang diinginkan.

Sehubungan dengan hal di atas maka diperlukan suatu perbandingan hasil perhitungan komputer dengan perhitungan manual guna menguji validitas program. Sebagai ukuran tingkat validitas program biasanya ditetapkan selisih hasil perhitungan komputer dengan perhitungan manual tidak boleh lebih dari 5%.

Hasil-hasil yang akan dibandingkan antara lain adalah penulangan lentur dan penulangan geser pada balok dan kolom serta hasil modifikasi gaya-gaya rencana balok dan kolom. Hasil-hasil perhitungan dengan dua cara tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6.1 Perbandingan Hasil Desain Penulangan Lentur Balok Portal Bentang 6m.

Lt.	Dimensi mm	Hasil Perhitungan Manual				Hasil Perhitungan Program				Selisih %
		Tulangan	M_R^-	Tulangan	M_R^+	Tulangan	M_R^-	Tulangan	M_R^+	
1	350 x 600	7D25	390.38	4D25	234.42	7D25	390.38	4D25	234.42	0.000
2	350 x 600	8D25	439.08	4D25	234.32	8D25	439.08	4D25	234.32	0.000
3	350 x 600	8D25	439.08	4D25	234.32	8D25	439.08	4D25	234.32	0.000
4	350 x 600	8D25	439.08	4D25	234.32	8D25	439.08	4D25	234.32	0.000
5	350 x 600	8D25	439.08	4D25	234.32	8D25	439.08	4D25	234.32	0.000
6	350 x 600	7D25	390.38	4D25	234.42	7D25	390.38	4D25	234.42	0.000
7	350 x 600	7D25	390.38	4D25	234.42	7D25	390.38	4D25	234.42	0.000
8	350 x 600	6D25	340.63	3D25	179.51	6D25	340.63	3D25	179.51	0.000
9	350 x 600	5D25	291.24	3D25	179.31	5D25	291.24	3D25	179.31	0.000
10	350 x 600	5D25	291.24	3D25	179.31	5D25	291.24	3D25	179.31	0.000
11	350 x 600	4D25	235.44	2D25	123.07	4D25	235.44	2D25	123.07	0.000
12	350 x 600	3D25	179.36	2D25	123.01	3D25	179.36	2D25	123.01	0.000

Tabel 6.2 Perbandingan Hasil Desain Penulangan Geser Balok Portal Bentang 6m.

Elt	Hasil Perhitungan Manual				Hasil Perhitungan Program				Selisih %
	Pada sendi plastis		Diluar sendi palstis		Pada sendi plastis		Diluar sendi palstis		
	V_u	Tulangan	V_u	Tulangan	V_u	Tulangan	V_u	Tulangan	
37	194.05	$\phi 10 - 75$	164.79	$\phi 10 - 210$	194.05	$\phi 10 - 75$	164.79	$\phi 10 - 210$	0.001
40	205.68	$\phi 10 - 70$	174.14	$\phi 10 - 185$	205.68	$\phi 10 - 70$	174.14	$\phi 10 - 185$	0.000
43	208.17	$\phi 10 - 70$	176.63	$\phi 10 - 180$	208.17	$\phi 10 - 70$	176.63	$\phi 10 - 180$	0.002
46	210.42	$\phi 10 - 70$	178.88	$\phi 10 - 175$	210.42	$\phi 10 - 70$	178.88	$\phi 10 - 175$	0.002
49	212.36	$\phi 10 - 70$	180.82	$\phi 10 - 175$	212.36	$\phi 10 - 70$	180.82	$\phi 10 - 175$	0.001
52	206.30	$\phi 10 - 70$	177.03	$\phi 10 - 180$	206.30	$\phi 10 - 70$	177.03	$\phi 10 - 180$	0.001
55	207.66	$\phi 10 - 70$	178.39	$\phi 10 - 180$	207.66	$\phi 10 - 70$	178.39	$\phi 10 - 180$	0.002
58	192.16	$\phi 10 - 75$	167.79	$\phi 10 - 205$	192.16	$\phi 10 - 75$	167.80	$\phi 10 - 205$	0.003
61	185.14	$\phi 10 - 80$	163.10	$\phi 10 - 220$	185.14	$\phi 10 - 80$	163.10	$\phi 10 - 220$	0.001
64	185.72	$\phi 10 - 80$	163.68	$\phi 10 - 215$	185.72	$\phi 10 - 80$	163.68	$\phi 10 - 215$	0.002
67	168.56	$\phi 10 - 90$	151.77	$\phi 10 - 260$	168.56	$\phi 10 - 90$	151.77	$\phi 10 - 265$	0.001
69	95.43	$\phi 10 - 130$	83.83	$\phi 10 - 265$	95.43	$\phi 10 - 130$	83.83	$\phi 10 - 265$	0.002

Tabel 6.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Gaya Aksial dan Momen Rencana Serta Desain Penulangan Longitudinal Kolom Portal Bentang em.

Elt.	Hasil Perhitungan Manual			Hasil Perhitungan Program			Selisih %
	Mu	Pu	Tulangan	Mu	Pu	Tulangan	
1	343.72	2316.82	8D25	343.72	2316.82	8D25	0.000
4	429.73	2144.31	8D25	429.73	2144.29	8D25	0.001
7	437.12	1963.15	8D25	437.12	1963.15	8D25	0.000
10	451.91	1779.30	8D25	451.91	1779.3	8D25	0.000
13	467.08	1592.97	8D25	467.09	1592.97	8D25	0.001
16	431.08	1404.53	8D25	431.08	1404.51	8D25	0.001
19	451.60	1205.38	8D25	451.6	1205.38	8D25	0.000
22	419.22	1013.62	8D25	419.22	1013.62	8D25	0.000
25	391.78	801.58	10D25	391.78	801.58	10D25	0.000
28	400.97	598.65	12D25	400.97	598.65	12D25	0.001
31	324.16	404.14	10D25	324.16	404.14	10D25	0.001
34	216.49	161.10	8D25	216.49	161.1	8D25	0.001
2	385.48	3404.98	8D25	385.48	3404.84	8D25	0.002
5	712.78	3082.63	20D25	712.79	3082.48	20D25	0.003
8	659.03	2773.36	16D25	659.04	2773.22	16D25	0.003
11	675.14	2469.56	14D25	675.14	2469.41	14D25	0.003
14	689.25	2170.70	16D25	689.35	2170.76	16D25	0.009
17	655.26	1876.02	14D25	655.26	1876.02	14D25	0.000
20	675.68	1584.93	16D25	675.68	1584.93	16D25	0.000
23	586.46	1297.05	14D25	586.47	1296.93	14D25	0.006
26	563.90	1011.47	16D25	563.9	1011.33	16D25	0.007
29	527.69	727.72	16D25	527.69	727.58	16D25	0.010
32	370.65	445.25	12D25	370.65	445.11	12D25	0.016
35	216.64	164.09	8D25	216.64	163.95	8D25	0.044

Tabel 6.4 Perbandingan Hasil Desain Penulangan Geser
Kolom Portal Bentang 6m.

Elt.	Hasil Perhitungan Manual			Hasil Perhitungan Program			Selisih %
	Vu	Tulangan		Vu	Tulangan		
		Pada SP	Diluar SP		Pada SP	Diluar SP	
1	287.30	φ10 – 50	φ10 – 200	287.31	φ10 – 50	φ10 – 200	0.002
4	288.80	φ10 – 50	φ10 – 200	288.8	φ10 – 50	φ10 – 200	0.000
7	298.80	φ10 – 50	φ10 – 200	298.81	φ10 – 50	φ10 – 200	0.002
10	293.79	φ10 – 50	φ10 – 200	293.79	φ10 – 50	φ10 – 200	0.000
13	293.92	φ10 – 50	φ10 – 185	293.93	φ10 – 50	φ10 – 185	0.002
16	276.28	φ10 – 55	φ10 – 200	276.28	φ10 – 55	φ10 – 200	0.001
19	263.75	φ10 – 55	φ10 – 200	263.75	φ10 – 55	φ10 – 200	0.000
22	245.51	φ10 – 60	φ10 – 200	245.51	φ10 – 60	φ10 – 200	0.002
25	214.50	φ10 – 70	φ10 – 200	215.5	φ10 – 70	φ10 – 200	0.466
28	182.95	φ10 – 80	φ10 – 200	182.95	φ10 – 80	φ10 – 200	0.001
31	136.10	φ10 – 100	φ10 – 200	136.1	φ10 – 100	φ10 – 200	0.001
34	83.14	φ10 – 100	φ10 – 200	83.14	φ10 – 100	φ10 – 200	0.001
2	277.31	φ10 – 50	φ10 – 200	277.31	φ10 – 50	φ10 – 200	0.001
5	467.14	φ10 – 30	φ10 – 70	467.15	φ10 – 30	φ10 – 70	0.001
8	448.65	φ10 – 30	φ10 – 75	448.66	φ10 – 30	φ10 – 75	0.002
11	448.31	φ10 – 30	φ10 – 70	448.31	φ10 – 30	φ10 – 70	0.001
14	447.62	φ10 – 30	φ10 – 70	447.66	φ10 – 30	φ10 – 70	0.008
17	431.03	φ10 – 35	φ10 – 70	431.07	φ10 – 35	φ10 – 70	0.008
20	417.84	φ10 – 35	φ10 – 70	417.84	φ10 – 35	φ10 – 70	0.001
23	380.04	φ10 – 35	φ10 – 85	380.04	φ10 – 35	φ10 – 85	0.001
26	334.21	φ10 – 45	φ10 – 105	334.21	φ10 – 45	φ10 – 105	0.000
29	262.42	φ10 – 55	φ10 – 195	262.42	φ10 – 55	φ10 – 195	0.002
32	172.24	φ10 – 85	φ10 – 200	172.24	φ10 – 85	φ10 – 200	0.001
35	88.33	φ10 – 100	φ10 – 200	88.33	φ10 – 100	φ10 – 200	0.005

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan dalam pembuatan sebuah program komputer, maka faktor penting yang didapat secara langsung dari penggunaan program adalah faktor efisiensi waktu. Sebagai perbandingan jika kita menghitung secara manual (seperti yang terdapat pada bab sebelumnya) maka ada beberapa proses yang cukup memakan waktu jika dilakukan tanpa bantuan program komputer. Proses-proses tersebut antara lain :

1. menyortir gaya-gaya rencana yang digunakan untuk masing-masing elemen dari hasil analisis struktur,
2. mendesain penulangan longitudinal serta penulangan transversal untuk tiap-tiap elemen pada portal,
3. menghitung modifikasi gaya-gaya rencana pada perencanaan tulangan geser balok dan kolom serta pada perencanaan tulangan longitudinal kolom.

Jika proses-proses tersebut dilakukan dengan menggunakan program komputer maka yang diperlukan hanya memanggil file masukan hasil analisis struktur serta mendefinisikan spesifikasi data yang digunakan dalam desain. Setelah itu cukup mengklik tombol-tombol untuk melihat hasil desain serta mencetak hasil-hasil tersebut.

Namun lepas dari itu program komputer pada tugas akhir ini juga mempunyai beberapa keterbatasan dalam mendesain suatu struktur karena dalam pembuatannya hanya ditujukan untuk kondisi-kondisi tertentu atau ada asumsi-asumsi tertentu untuk

tujuan penyederhanaan pemrosesan. Beberapa hal yang merupakan keterbatasan dalam pemakaian program ini antara lain :

1. hasil analisis struktur yang dapat dibaca oleh program hanya analisis hasil keluaran SAP90,
2. program ini hanya untuk mendesain balok dan kolom dengan tampang persegi,
3. struktur yang didesain hanya untuk struktur portal/rangka dua dimensi yang dirancang tahan gempa dengan tingkat daktilitas 3,
4. momen rencana yang digunakan untuk perencanaan balok tidak melewati proses redistribusi,

7.2 Saran

Dengan adanya keterbatasan-keterbatasan pada program seperti yang telah diuraikan di atas maka ada beberapa hal yang dapat ditambahkan pada program guna membuat program lebih fleksibel, yaitu :

1. Portal yang ditinjau tidak hanya untuk portal dua dimensi namun dapat pula digunakan untuk mendesain portal tiga dimensi agar perencanaan lebih mendekati kenyataan,
2. elemen yang dapat didesain ditambah dengan plat, pondasi serta join,
3. bentuk tampang balok yang didesain ditambah untuk tampang persegi sedangkan untuk kolom selain dapat mendesain kolom persegi dapat pula untuk mendesain kolom bundar,
4. momen-momen rencana yang digunakan merupakan hasil proses redistribusi agar didapat hasil desain yang optimum,
5. untuk desain kolom digunakan perencanaan kolom biaksial.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK RUMAH DAN GEDUNG**, SKBI-1.3.53.1987, Yayasan Penerbit DPU.
2. _____, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN UNTUK RUMAH DAN GEDUNG**, SKBI-1.3.53.1987, Yayasan Penerbit DPU.
3. _____, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG (SK SNI T-15 1991-03)**, Yayasan LPMB, Bandung.
4. Kusuma, Gideon H, Andriono T, 1994, **Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa**, Erlangga, Jakarta.
5. Gusti Andri Wahyudi, 1998, **Analisis Penulangan Tahan Gempa Pada Portal Beton Bertulang Konvensional dengan Menggunakan Konsep *Strong Coloumn Weak Beam***, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. M. Hamron Destuari, M. Riza P, 1999, **Studi Dominasi Beban dan Desain Pada Struktur Beton Bertingkat dengan Variabel Banyak Tingkat**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Nawy, Edward G, 1998, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, PT. Refika Aditama, Bandung.

8. Dipohusodo, Istimawan, 1994, **Struktur Beton Bertulang**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
9. Sudarmoko, Ir, MSc, 1994, **Diagram Kolom Beton Bertulang**, Biro Penerbit UGM, Yogyakarta.
10. M. Agus J. Alam, 2000, **Belajar Sendiri Borland Delphi 5.0**, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
11. Djoko Pramono, 1996, **Belajar Sendiri Pemrograman DELPHI' 95**, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
12. Inge Martina, Ir, 1999, **36 Jam Belajar Komputer DELPHI 4.0**, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
13. R. Soekrisno, DR, Ir, MSME, dan A. Kuntadi Maliki, Ir, 1997, **Pengantar Pemecahan Masalah Struktur dengan SAP90 Level Dua diawali Metode Elemen Hingga**, Penerbit ANDI Yogyakarta.
14. Widodo, Ir, PhD, 1996, **Bahan Kuliah Teknik Gempa**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

LAMPIRAN

Program 1 bel
TA 3 bel Af

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



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	NUGROHO BUDIF.	93 310 062		TSS
2.	BAGUS BRAMARA JATI	93 310 330		TSS

JUDUL TUGAS AKHIR :PROGRAM KOMPUTER UNTUK DESAIN.....
STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA.....

Dosen Pembimbing I : IR. WIDODO, MSc, Ph.D
Dosen Pembimbing II : IR. HELMI AKBAR RAUFI, M.Eng
Yogyakarta, 01 Nop.1999
Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



IR. H.T ADJUDDIN BM ARIS, MS

**HASIL - HASIL KELUARAN
PROGRAM KOMPUTER**

BEAM DESIGN - FLEXURAL REINFORCEMENT

File handle D:\DATA\Epicentrum\NewEpi-Printer\TAX.SAP

Elt ID	Section Area cm	Negative Reinforcement			Positive Reinforcement			Mn-Pos kNm	Notice
		Mu(-) kNm	Required cm ²	Used	Mu(+) kNm	Required cm ²	Used		
51	35 x 60	360.55	31.74	7D25	469.54	207.93	18.31	4D25	293.22
52	35 x 60	347.38	30.41	7D25	469.54	199.75	17.49	4D25	293.22
53	35 x 60	346.84	30.35	7D25	469.54	199.51	17.46	4D25	293.22
54	35 x 60	359.13	31.60	7D25	469.54	206.57	18.17	4D25	293.22
55	35 x 60	401.49	36.00	8D25	524.92	243.42	21.83	5D25	359.21
56	35 x 60	389.44	34.73	8D25	524.92	239.74	21.38	5D25	359.21
57	35 x 60	388.95	34.68	8D25	524.92	239.51	21.35	5D25	359.21
58	35 x 60	400.28	35.87	8D25	524.92	242.51	21.73	5D25	359.21
59	35 x 60	403.07	36.17	8D25	524.92	245.05	21.99	5D25	359.21
60	35 x 60	391.30	34.92	8D25	524.92	241.92	21.56	5D25	359.21
61	35 x 60	390.91	34.88	8D25	524.92	241.35	21.54	5D25	359.21
62	35 x 60	402.16	36.07	8D25	524.92	244.38	21.92	5D25	359.21
63	35 x 60	391.15	34.91	8D25	524.92	239.68	20.85	5D25	359.21
64	35 x 60	380.13	33.76	8D25	524.92	230.83	20.50	5D25	359.21
65	35 x 60	379.74	33.72	8D25	524.92	230.66	20.48	5D25	359.21
66	35 x 60	390.33	34.82	8D25	524.92	232.97	20.79	5D25	359.21
67	35 x 60	385.11	34.27	8D25	524.92	226.76	20.18	5D25	359.21
68	35 x 60	371.76	32.89	7D25	469.54	222.86	19.72	5D25	359.21
69	35 x 60	371.16	32.83	7D25	469.54	222.59	19.69	5D25	359.21
70	35 x 60	383.66	34.12	8D25	524.92	225.70	20.07	5D25	359.21
71	35 x 60	269.52	22.86	5D25	359.21	127.84	11.43	3D25	224.30
72	35 x 60	265.90	22.52	5D25	359.21	128.54	11.26	3D25	224.30
73	35 x 60	265.52	22.49	5D25	359.21	128.37	11.24	3D25	224.30
74	35 x 60	268.64	22.78	5D25	359.21	127.22	11.39	3D25	224.30
75	35 x 60	256.28	21.63	5D25	359.21	114.86	10.81	3D25	224.30
76	35 x 60	251.77	21.21	5D25	359.21	115.11	10.61	3D25	224.30

Elt ID	Section Area cm	Negative Reinforcement			Positive Reinforcement			Mn-Pos kNm	Notice
		Mu(-) kNm	Required cm ²	Used	Mu(+) kNm	Required cm ²	Used		
77	35 x 60	251.37	21.17	5D25	114.93	10.59	3D25	224.30	
78	35 x 60	255.52	21.56	5D25	114.28	10.78	3D25	224.30	
79	35 x 60	236.86	19.84	5D25	95.78	9.92	3D25	224.30	
80	35 x 60	230.71	19.28	4D25	94.90	9.64	2D25	152.46	
81	35 x 60	229.69	19.19	4D25	94.43	9.60	2D25	152.46	
82	35 x 60	234.14	19.60	4D25	93.85	9.80	2D25	152.46	
83	35 x 60	126.02	10.16	3D25	7.49	5.08	2D25	152.46	
84	35 x 60	125.76	10.14	3D25	8.21	5.07	2D25	152.46	
85	35 x 60	125.48	10.11	3D25	8.08	5.06	2D25	152.46	
86	35 x 60	125.25	10.10	3D25	7.00	5.05	2D25	152.46	
87	35 x 60	89.83	8.78	2D25	19.07	4.39	2D25	152.46	
88	35 x 60	89.02	8.78	2D25	19.75	4.39	2D25	152.46	
89	35 x 60	89.12	8.78	2D25	19.80	4.39	2D25	152.46	
90	35 x 60	90.32	8.78	2D25	19.40	4.39	2D25	152.46	

BEAM DESIGN - SHEAR REINFORCEMENT

File handle D:\DATA\Epicentrum\NewEpi-Printer\TAX.SAP

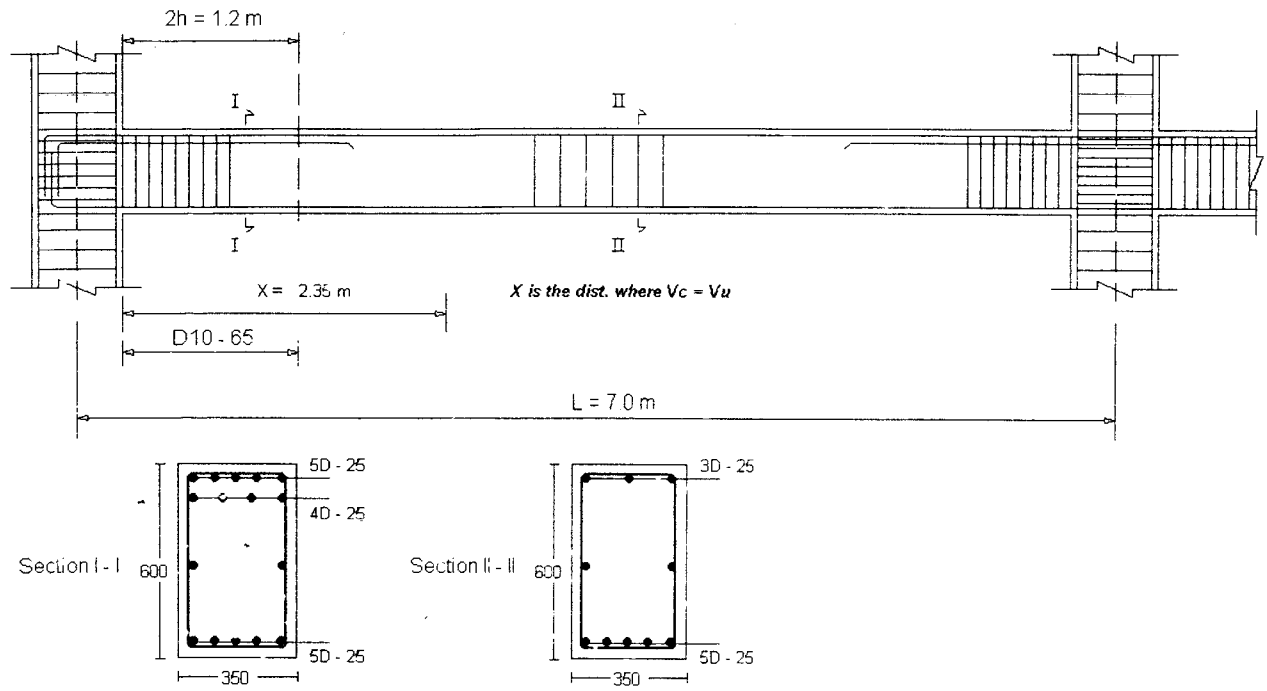
Elt	SAP90 Output Data		Inside Plastic-hinge Zone			Outside Plastic-hinge Zone			Dist.(m)	
	Vg (kN)	VuMax (kN)	Vu (kN)	Vs (kN)	Reinforcing	Vu (kN)	Vc (kN)	Vs (kN)		Reinforcing
51	87.84	536.04	204.05	361.84	D10 - 70	161.56	156.77	112.57	D10 - 225	1.27
52	86.44	525.25	202.58	337.72	D10 - 75	160.10	156.77	110.13	D10 - 230	1.25
53	86.44	524.62	202.58	337.72	D10 - 75	160.10	156.77	110.13	D10 - 230	1.25
54	87.84	534.07	204.05	361.84	D10 - 70	161.56	156.77	112.57	D10 - 225	1.27
55	90.15	594.54	224.27	389.68	D10 - 65	175.03	156.77	136.91	D10 - 185	1.45
56	86.44	592.54	220.37	389.68	D10 - 65	171.13	156.77	129.89	D10 - 195	1.39
57	86.44	591.95	220.37	389.68	D10 - 65	171.13	156.77	129.89	D10 - 195	1.39
58	90.15	592.82	224.27	389.68	D10 - 65	175.03	156.77	136.91	D10 - 185	1.45
59	92.05	591.12	226.26	389.68	D10 - 65	177.02	156.77	140.72	D10 - 180	1.47
60	86.57	595.15	220.51	389.68	D10 - 65	171.27	156.77	129.89	D10 - 195	1.40
61	86.57	594.69	220.51	389.68	D10 - 65	171.27	156.77	129.89	D10 - 195	1.40
62	92.05	589.82	226.26	389.68	D10 - 65	177.02	156.77	140.72	D10 - 180	1.47
63	92.55	567.79	227.83	389.68	D10 - 65	178.59	156.77	144.74	D10 - 175	1.49
64	86.61	577.09	220.55	389.68	D10 - 65	171.31	156.77	129.89	D10 - 195	1.40
65	86.61	576.67	220.55	389.68	D10 - 65	171.31	156.77	129.89	D10 - 195	1.40
66	93.55	566.65	227.83	389.68	D10 - 65	178.59	156.77	144.74	D10 - 175	1.49
67	94.70	553.71	229.04	389.68	D10 - 65	179.89	156.77	144.74	D10 - 175	1.51
68	86.61	563.74	212.43	361.84	D10 - 70	166.28	156.77	120.61	D10 - 210	1.34
69	86.61	563.07	212.43	361.84	D10 - 70	166.28	156.77	120.61	D10 - 210	1.34
70	94.70	551.73	229.04	339.68	D10 - 65	170.80	156.77	144.74	D10 - 175	1.51
71	88.08	382.45	178.02	257.99	D10 - 85	145.52	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
72	82.50	395.54	172.16	297.99	D10 - 85	139.67	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
73	82.50	395.07	172.16	297.99	D10 - 85	139.67	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
74	88.08	381.23	178.02	297.99	D10 - 85	145.52	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
75	88.48	350.78	178.45	297.99	D10 - 85	145.95	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
76	82.49	372.97	172.15	297.99	D10 - 85	139.65	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
77	82.49	372.51	172.15	297.99	D10 - 85	139.65	156.77	95.58	D10 - 265	0.00

EIt	SAP90 Output Data			Inside Plastic-hinge Zone			Outside Plastic-hinge Zone			Dist. (m)
	Vg (kN)	VuMax (kN)	Vu (kN)	Vs (kN)	Reinforcing	Vu (kN)	Vc (kN)	Vs (kN)	Reinforcing	
78	88.48	358.68	178.45	297.99	D10 - 85	145.95	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
79	88.73	327.61	178.70	297.99	D10 - 95	146.20	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
80	82.45	339.25	151.91	253.29	D10 - 109	127.09	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
81	82.45	338.03	151.91	253.29	D10 - 100	127.09	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
82	83.73	323.79	158.50	266.62	D10 - 95	133.68	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
83	76.66	167.35	135.73	230.26	D10 - 110	114.74	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
84	74.10	174.83	133.04	230.26	D10 - 110	112.05	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
85	74.10	174.49	133.04	230.26	D10 - 110	112.05	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
86	76.66	166.43	135.73	230.26	D10 - 110	114.74	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
87	43.99	121.12	91.94	194.84	D10 - 130	74.95	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
88	42.63	127.50	89.46	194.84	D10 - 130	72.47	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
89	42.63	127.62	89.46	194.84	D10 - 130	72.47	156.77	95.58	D10 - 265	0.00
90	44.99	121.79	91.94	194.84	D10 - 130	74.95	156.77	95.58	D10 - 265	0.00

BEAM REINFORCING

File handle D:\DATA\Epicentrum\NewEpi-Printer\V7M.SAP

Element 49



COLUMN DESIGN

File handle D:\DATA\Epicentrum\NewEpi-Printer\V7M.SAP

Element 70

Concrete Strength (fc) = 25 Mpa

Steel Yield Stress (fy) = 300 MPa

Bar Diameter (D) = 25 mm

Req.Reinforcement Ratio = 2.74 %

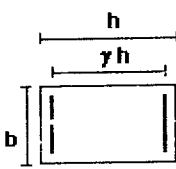
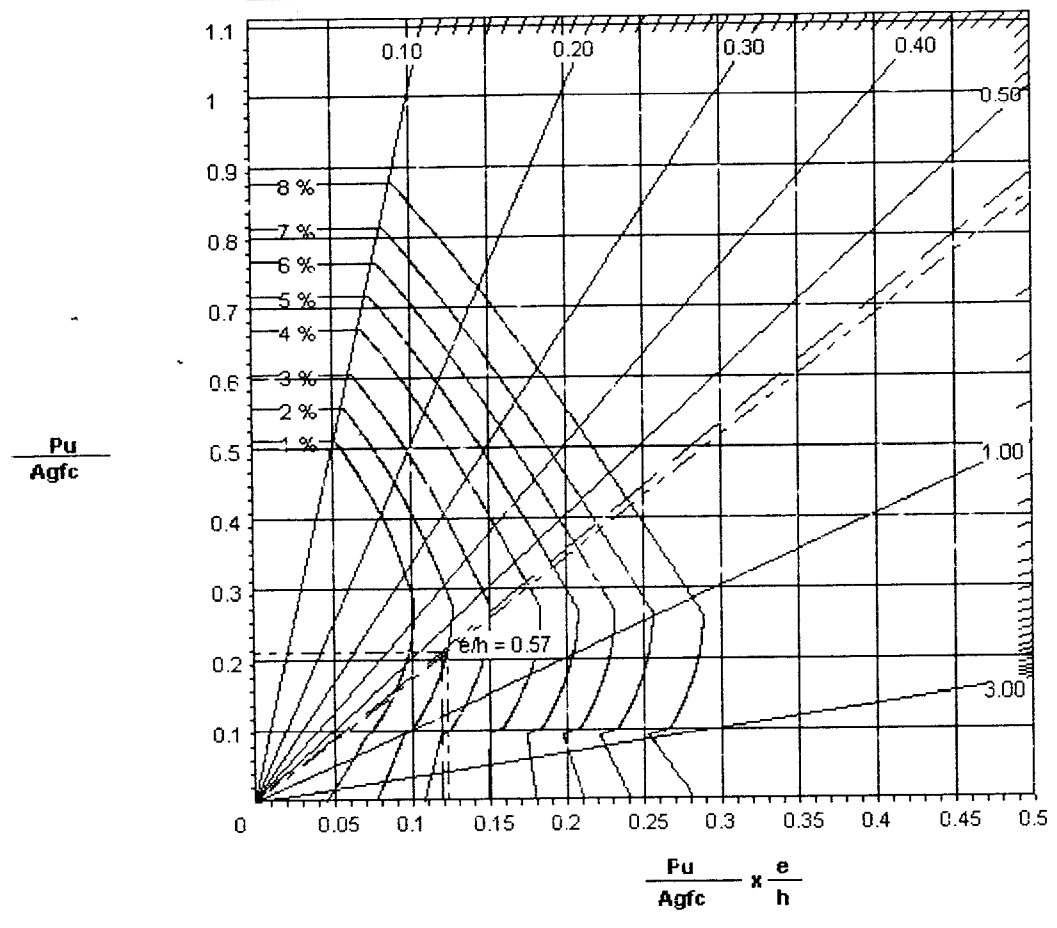
Calculation Result

Compression Failure

β_1	=	0.85		Ast-req.	=	8836.50	mm ²
ϕ	=	0.65		Ast-used	=	9817.48	mm ²
C	=	363.00	mm	As	=	10 D - 25	
Cb	=	358.33	mm	<i>Outside Plastic-Hinge Area</i>			
Pu	=	2522.37	kN	Vu	=	502.86	kN
Mu	=	760.73	kNm	Vc	=	403.25	kN
Pu-used	=	2526.22	kN	Vs	=	D10 - 55	= 460.53 kN
Mu-used	=	802.44	kNm	<i>Inside Plastic-Hinge Area</i>			
e	=	317.64	mm	Vs	=	D10 - 30	= 844.30 kN
Pu-Max	=	5401.04	kN				

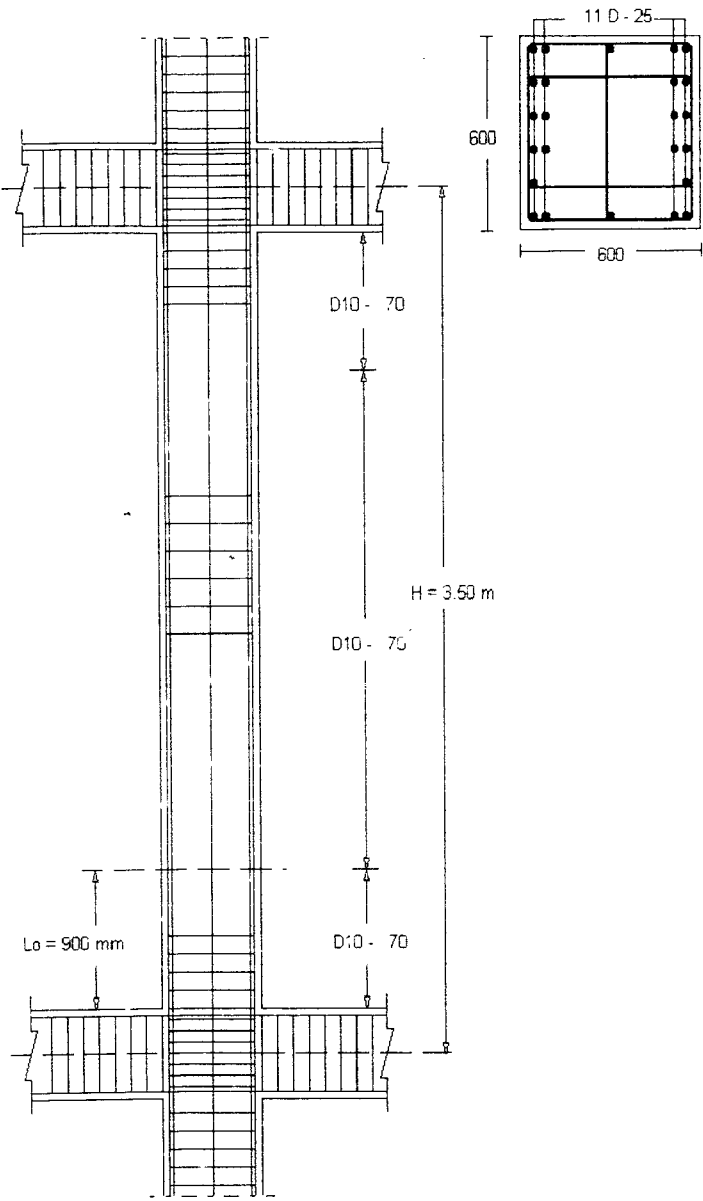
COLUMN INTERACTION DIAGRAM

$f_c = 25 \text{ MPa}$
 $f_y = 300 \text{ MPa}$
 $\gamma = 0.79$

COLUMN REINFORCING

File handle D:\DATA\Epicentrum\NewEpi-Printer\V6M.SAP
Element 5



KODE PROGRAM

```
program Epicentrum;
```

```
uses
```

```
  Forms,  
  MainUnit in 'MainUnit.pas' {Form_READER},  
  OpenUnit in 'OpenUnit.pas' {Form_OPENFILE},  
  SplashUnit in 'SplashUnit.pas' {Form_SPLASH},  
  AboutUnit in 'AboutUnit.pas' {Form_ABOUT},  
  HelpUnit in 'HelpUnit.pas' {Form_HELP};
```

```
{$R *.RES}
```

```
begin
```

```
  Form_SPLASH:=TForm_SPLASH.Create(Application);  
  Form_SPLASH.Show;  
  Form_SPLASH.Update;
```

```
  Application.Initialize;  
  Application.CreateForm(TForm_READER, Form_READER);  
  Application.CreateForm(TForm_OPENFILE, Form_OPENFILE);  
  Application.CreateForm(TForm_ABOUT, Form_ABOUT);  
  Application.CreateForm(TForm_HELP, Form_HELP);  
  Form_SPLASH.Hide;  
  Form_SPLASH.Free;
```

```
  Application.Run;  
end.
```

```
unit AboutUnit;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,  
  ExtCtrls;
```

```
type
```

```
  TForm_ABOUT = class(TForm)  
    Img: TImage;  
  end;
```

```
var
```

```
  Form_ABOUT: TForm_ABOUT;
```

```
implementation
```

```
{$R *.DFM}
```

```
end.
```

```

unit HelpUnit;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  OleCtrls, SHDocVw, MainUnit;

type
  TForm_HELP = class(TForm)
    WebBrowser: TWebBrowser;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
  end;

var
  Form_HELP: TForm_HELP;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm_HELP.FormShow(Sender: TObject);
begin
  Width := GetDeviceCaps(GetDC(0),HORZRES);
  Height := GetDeviceCaps(GetDC(0),VERTRES);
  Left := 0;
  Top := 0;
  WebBrowser.Navigate(ProgDir+'\EPIHLP.HTML');
end;

end.

```

```

unit OpenUnit;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  FileCtrl, StdCtrls, Buttons, MainUnit, ExtCtrls;

type
  TForm_OPENFILE = class(TForm)
    DriveComboBox: TDriveComboBox;
    DirectoryListBox: TDirectoryListBox;
    FileListBox: TFileListBox;
    SpBtn_OPEN: TSpeedButton;
    SpBtn_CANCEL: TSpeedButton;
    Bevel1: TBevel;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Timer: TTimer;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    procedure SpBtn_CANCELClick(Sender: TObject);
    procedure SpBtn_OPENClick(Sender: TObject);
    procedure FileListBoxDbClick(Sender: TObject);
    procedure TimerTimer(Sender: TObject);
  end;

```

```

    procedure FileListBoxKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
    end;

var
    Form_OPENFILE: TForm_OPENFILE;
    goBlink: boolean;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm_OPENFILE.SpBtn_CANCELClick(Sender: TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TForm_OPENFILE.SpBtn_OPENClick(Sender: TObject);
begin
    if FileListRox.FileName<>'' then
    begin
        SelectFile:=FileListBox.FileName;
        SpBtn_Cancel.Enabled:=false;
        Close;
    end;
end;

procedure TForm_OPENFILE.FileListBoxDbClick(Sender: TObject);
begin
    SpBtn_OPENClick(Sender);
end;

procedure TForm_OPENFILE.TimerTimer(Sender: TObject);
begin
    if goBlink then
    begin
        Label1.Font.Color:=clRed;
        Label2.Font.Color:=clRed;
        Label3.Font.Color:=clRed;
        goBlink:=false;
        Timer.Interval:=1500;
    end
    else
    begin
        Label1.Font.Color:=clWhite;
        Label2.Font.Color:=clWhite;
        Label3.Font.Color:=clWhite;
        goBlink:=true;
        Timer.Interval:=300;
    end;
end;

procedure TForm_OPENFILE.FileListBoxKeyPress(Sender: TObject;
    var Key: Char);
begin
    if Key=#13 then FileListBoxDbClick(Sender);
end;

end.

```



```
unit SplashUnit;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  ExtCtrls;

type
  TForm_SPLASH = class(TForm)
    Img: TImage;
    procedure FormShow(Sender: TObject);
  end;

var
  Form_SPLASH: TForm_SPLASH;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm_SPLASH.FormShow(Sender: TObject);
begin
  Width := 500;
  Height := 285;
end;

end.
```

unit MainUnit;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
Grids, ExtCtrls, Menus, StdCtrls, ComCtrls, Spin, Buttons, ImgList,
ToolWin, Math, QuickRpt, QrCtrls, QRPrntr, Printers, Jpeg, Gauges;

type

```
TForm_READER = class(TForm)
  ImgBkGnd: TImage;
  SpBtn_EXIT: TSpeedButton;
  PageControl: TPageControl;
  TbSht_JOINTS: TTabSheet;
  StrGrd_JC: TStringGrid;
  StrGrd_FE: TStringGrid;
  StrGrd_SP: TStringGrid;
  TbSht_FORCES: TTabSheet;
  StrGrd_FO: TStringGrid;
  TbSht_SKETCH: TTabSheet;
  PanelPaint: TPanel;
  PBox: TPaintBox;
  Img_LEG_1: TImage;
  Img_LEG_2: TImage;
  ImageList: TImageList;
  TbSht_BEDES: TTabSheet;
  SpBtn_EXE: TSpeedButton;
  TbSht_BEAMOUT: TTabSheet;
  SpBtn_BACK1: TSpeedButton;
  SpBtn_PRINT1: TSpeedButton;
  ImageListPop: TImageList;
  TbSht_SHEAROUT: TTabSheet;
  TbSht_GRAPH: TTabSheet;
  SpBtn_NEXT1: TSpeedButton;
  SpBtn_BACK2: TSpeedButton;
  SpBtn_PRINT2: TSpeedButton;
  SpBtn_NEXT2: TSpeedButton;
  SpBtn_BACK3: TSpeedButton;
  SpBtn_PRINT2: TSpeedButton;
  SpBtn_NEXT3: TSpeedButton;
  LsBox_ELGRAPH: TListBox;
  Memo_SHEAROUT: TMemo;
  ScrBox_DETAIL: TScrollBar;
  Img_DETAIL: TImage;
  LstBox_ELEMENT: TListBox;
  TbSht_CODES: TTabSheet;
  SpBtn_ExeCol: TSpeedButton;
  TbSht_COLUMNOUT: TTabSheet;
  SpBtn_PrintCO: TSpeedButton;
  SpBtn_BackCODES: TSpeedButton;
  SpBtn_NextCOLGraph: TSpeedButton;
  TbSht_DI: TTabSheet;
  ScrollBox_DI: TScrollBar;
  Image_DI: TImage;
  SpBtn_PrintDI: TSpeedButton;
  SpBtn_CODES: TSpeedButton;
  SpBtn_BackColout: TSpeedButton;
  TbSht_ColumnGraph: TTabSheet;
  ScrollBox_CG: TScrollBar;
```

```

Img_Kolom: TImage;
SpBtn_gbKolomback3: TSpeedButton;
SpBtn_GbkolomPrint: TSpeedButton;
SpBtn_gbKolomnext: TSpeedButton;
SpBtn_Assu: TSpeedButton;
Memo_BEAMOUT: TMemo;
CoolBar1: TCoolBar;
SB_Open: TSpeedButton;
SB_FD: TSpeedButton;
SB_FF: TSpeedButton;
SB_BD: TSpeedButton;
SB_CD: TSpeedButton;
SB_Help: TSpeedButton;
SB_FS: TSpeedButton;
ListBox_column: TListBox;
SpBtn_Assi: TSpeedButton;
TbshT_Colout: TTabSheet;
ColMemo: TMemo;
SpBtn_PrintCout: TSpeedButton;
SpBtn_BackCout: TSpeedButton;
SpBtn_NextCout: TSpeedButton;
ListBox_CG: TListBox;
ListBox_DI: TListBox;
ListBox_CD: TListBox;
SpBtn_Resut: TSpeedButton;
SpBtn_resultB: TSpeedButton;
LoDlg_BEAM: TOpenDialog;
Gauge1: TGauge;
SB_About: TSpeedButton;
TbshT_SG: TTabSheet;
StrGrd_SG: TStringGrid;
SpBun_SG: TSpeedButton;
ScrollBox1: TScrollBox;
Image_Moment: TImage;
ListBox_Moment: TListBox;
ListBox_Lc: TListBox;
SpeedButton1: TSpeedButton;
procedure ExitMenuClick(Sender: TObject);
procedure OpenMenuClick(Sender: TObject);
procedure FormShow(Sender: TObject);
procedure PageControlChange(Sender: TObject);
procedure FormDestroy(Sender: TObject);
procedure CloseMenuClick(Sender: TObject);
procedure PBoxPaint(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure SpBtn_EXITMouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure ImgBkGndMouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure ImgBkGndMouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
    Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure ImgBkGndMouseMove(Sender: TObject; Shift: TShiftState; X,
    Y: Integer);
procedure SpEd_PIDKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure SpEd_PIDKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
    Shift: TShiftState);
procedure TlBtn_OPENClick(Sender: TObject);
procedure TlBtn_JOINTSClick(Sender: TObject);
procedure TlBtn_FORCESClick(Sender: TObject);
procedure TlBtn_SKETCHClick(Sender: TObject);

```

```

procedure TlBtn_BEDESClick(Sender: TObject);
procedure NextDialogControl(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure SpBtn_BACK1MouseUp(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure PpMnMinimizeClick(Sender: TObject);
procedure PpMnCloseClick(Sender: TObject);
procedure TbSht_BEDESEnter(Sender: TObject);
procedure GlobalControlKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
procedure SpBtn_EXEClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_NEXT1Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_BACK1Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_BACK2Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_NEXT2Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_NEXT3Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_BACK3Click(Sender: TObject);
procedure TlBtn_CODESClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_PRINT1Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_PRINT2Click(Sender: TObject);
procedure PageControlChanging(Sender: TObject;
  var AllowChange: Boolean);
procedure LsBox_ELGRAPHClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_CANCELClick(Sender: TObject);
procedure TbSht_GRAPHEnter(Sender: TObject);
procedure SpBtn_PRINT2Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_ExeColClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_BackCODESClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_NextCOLGraphClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_PrintCOClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_CODESClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_BackColoutClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_PrintDIClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_gbKolomnextClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_gbKolomback3Click(Sender: TObject);
procedure SpBtn_GbkolomPrintClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_AssuClick(Sender: TObject);
procedure LstBox_ELEMENTKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
procedure SB_OpenClick(Sender: TObject);
procedure SB_FDClick(Sender: TObject);
procedure SB_FFClick(Sender: TObject);
procedure SB_BDClick(Sender: TObject);
procedure SB_CDClick(Sender: TObject);
procedure SB_FSClick(Sender: TObject);
procedure TbSht_CODESEnter(Sender: TObject);
procedure SpBtn_AssiClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_ExeColMouseDown(Sender: TObject; Button: TMouseButton;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
procedure ListBox_columnKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
procedure ListBox_DIClick(Sender: TObject);
procedure ListBox_CDClick(Sender: TObject);
procedure ListBox_CGClick(Sender: TObject);
procedure SB_HelpClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_ResutClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_ResultBClick(Sender: TObject);
procedure SB_AboutClick(Sender: TObject);
procedure SpBtn_SGClick(Sender: TObject);
procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);

```

```

public
  AtvType : integer;
  procedure ReadJointCoordinates;
  procedure ReadFrameElement;
  procedure ReadFrameForces;
  procedure ReadMoment;
  procedure DefineAxis;
  procedure ClosingFile;
  procedure DrawSketch(Sender: TObject);
  procedure ExecuteBeamDesign;
  procedure ExecuteColumnDesign;
  function CollectInput : boolean;
  function CollectInputCol: boolean;
private
end;

const Title_JC = ' G E N E R A T E D   J O I N T   C O O R D I N A T E S';
      Title_FE = ' F R A M E   E L E M E N T   D A T A';
      Title_FO = ' F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S';
      Title_SP = ' S E C T I O N   P R O P E R T Y   D A T A';
      Title_MP = ' M A T E R I A L   P R O P E R T Y   D A T A';

      MaxItemProc = 5000;
      MaxLcomb    = 50;
      MaxElement  = 500;
      MaxJointCo  = 250;

type JCo_rec = record
  X: Single;
  Y: Single;
end;

type E_Rec = record
  ENum : word;
  Ntc  : string;
  BO   : 1..6; // BeamOut for DRAWING Purpose
  dxPos : integer;
  ESet : set of (BEAM, COLOMN);
  FC,
  FY,
  FYS,
  PB,
  DS,
  b,
  h,
  D,
  CM,

  VD, VL, VE, MD, ML, ME, ND, NL, NE,
  Length, Nu,
  MomentTN, MomentTP, MomentL,
  MnNeg, MnPos, S1, S2, S3, L0,

  MeqA, MeqB, Mu_A, Mu_B : Single;

```

```

    S_inside,
    S_outside: word;
    NLap_1,
    NLap_2,
    NLap_3,
    NLap_4,
    N_atas,
    N_atasl,
    N_bawah,
    N_bawah1: byte;
end;

var
  Form_READER: TForm_READER;

  Element : array [0..MaxElement] of E_Rec;

  SelectFile: string;

  tf: TextFile;
  f3fs:string;

  XAxis, YAxis: char;

  MaxID : integer;

  MinRangeX, MaxRangeX,
  MinRangeY, MaxRangeY : Single;

  RenderLayer,
  BuffLayer : TBitmap;

  JCo: array [1..MaxJointCo] of JCo_rec;
  Max_JCo: integer;

  GoDrag: boolean;
  SXDrag,
  SYDrag: integer;

  NodeOK: boolean;
  BeamFile,
  debugfile: TextFile;
  ElmAppl: string;

  IsResofEq: boolean;

  DataIsValid, ZIsEmpty, BedesOk, BeamCalc, HasDrawn,
  ClickExeB, ClickExeC : boolean;

  MaxLc, sElm, bElmLA, bElmLB, bElmRA, bElmRB, oElmA, oElmB : Integer;

  ColumnForces_Mux,
  ColumnForces_Muy,
  ColumnForces_Vu,

  Mn, Pn,
  e0, Mnb, Pnb, eb, Reduction,
  PnMax1, PAgfc, AsPakai,
  PnPakai, MnPakai,

```

```

ab,cb,bl,c,a,Fs,Fs_aksen,
Tlc,Cc,Cs,Ts,es,ess,e1,
d_aksen,d,CBairstow,
a0,a1,a2,a3,kpsi,lpsi,Kmax,Pmax,L1,
gamma,Mux_Bgraph : Single;

```

```

xEN,xRho,
xfc_C,xfy_C,xPB_C,xDS_C,xb_C,xh_C,xD_C,
xMxL,xMxL_h,xMxL_l,xMxR,xMxR_h,xMxR_l,
xMyL,xMyL_h,xMyL_l,xMyR,xMyR_h,xMyR_l,
xFC,xFY,xFYS,xPB,xDS,xb,xh,xD,xCM :String;

```

```

ProgDir : string;

```

```

implementation

```

```

uses OpenUnit, UnitApElm, AboutUnit, HelpUnit;

```

```

{$R *.DFM}
{$R TILE.RES}

```

```

function Power(x,y : Single): Single;
begin
  Power:=Exp(Ln(x)*y);
end;

```

```

function TForm_READER.CollectInputCol: boolean;
begin
  CollectInputCol:=True;

```

```

  if edit_C_FC.Text<>' ' then xfc_C :=edit_C_FC.Text
  else
    begin
      Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
      edit_C_FC.SetFocus;
      CollectInputCol:=false;
      Exit;
    end;

```

```

  if edit_C_FY.Text<>' ' then xfy_C :=edit_C_FY.Text
  else
    begin
      Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
      edit_C_FY.SetFocus;
      CollectInputCol:=false;
      Exit;
    end;

```

```

  if edit_C_PB.Text<>' ' then xPB_C :=edit_C_PB.Text
  else
    begin
      Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
      edit_C_PB.SetFocus;
      CollectInputCol:=false;
      Exit;
    end;

```

```

if edit_FY.Text<>' ' then xFY :=edit_FY.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_FY.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_FYS.Text<>' ' then xFYS :=edit_FYS.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_PB.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_PB.Text<>' ' then xPB :=edit_PB.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_PB.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_DS.Text<>' ' then xDS :=edit_DS.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_DS.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_b.Text<>' ' then xb :=edit_b.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_b.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_h.Text<>' ' then xh :=edit_h.Text
else
begin
Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
edit_h.SetFocus;
CollectInput:=false;
Exit;
end;

if edit_D.Text<>' ' then xD :=edit_D.Text
else
begin

```



```

        Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
        edit_D.SetFocus;
        CollectInput:=false;
        Exit;
    end;

    if edit_CM.Text<>' ' then xCM :=edit_CM.Text
    else
        begin
            Application.MessageBox('Value not filled','ERROR',0);
            edit_CM.SetFocus;
            CollectInput:=false;
        end;

end;

procedure TForm_READER.NextDialogControl(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
    if Key=#13 then
        begin
            Key:=#0;
            SendMessage(handle,WM_NEXTDLGCTL,0,0);
        end;

    // must be valid key
    if not(Key in ['0'..'9',#13,#8,'.']) then Key:=#0;
end;

procedure TForm_READER.ReadJointCoordinates;
var TitleFound: boolean;
    temp,
    n,nn,
    sx,tsx,
    sy,tsy,
    sz,tsz : string;
    cx,
    ni,cd,sl : integer;

begin
    TitleFound:=false;
    ZIsEmpty:=True;

    AssignFile(tf, SelectFile);
    Reset(tf);

    // Novum
    sl:=0; //section line
    while not eof(tf) do
        begin
            readln(tf,temp);
            if temp=Title_JC then
                begin
                    TitleFound:=true;
                    Max_JCo:=0;

                    //jump 2 lines
                    readln(tf,temp);
                    readln(tf,temp);
                end;
        end;
end;

```

```

//init 1st line
readln(tf,temp);
if temp='' then
  Application.MessageBox('Unable to read this section...'+#13+#10+
    'File is invalid or might be
damage!','ERROR',0)
else //valid section
  repeat
    inc(sl);
    if sl>MaxItemProc then
      begin
        Application.MessageBox('Items out of bound (n>10000)',
          'FATAL ERROR',0);
        Halt(1);
      end;
    // number
    n:=copy(temp,1,6);
    nn:='';
    for cx:=1 to length(n) do
      if n[cx]<>' ' then nn:=nn+n[cx];
    StrGrd_JC.Cells[0,sl]:=nn;
    if Max_JCo<StrToInt(nn) then
      Max_JCo:=StrToInt(nn);

    // X crd
    sx:=copy(temp,7,15);
    tsx:='';
    for cx:=1 to length(sx) do
      if sx[cx]<>' ' then tsx:=tsx+sx[cx];
    if tsx[1]='.' then tsx:='0'+tsx;
    StrGrd_JC.Cells[1,sl]:=tsx;

    // Y crd
    sy:=copy(temp,22,15);
    tsy:='';
    for cx:=1 to length(sy) do
      if sy[cx]<>' ' then tsy:=tsy+sy[cx];
    if tsy[1]='.' then tsy:='0'+tsy;
    StrGrd_JC.Cells[2,sl]:=tsy;

    // Z crd
    sz:=copy(temp,37,15);
    tsz:='';
    for cx:=1 to length(sz) do
      if sz[cx]<>' ' then tsz:=tsz+sz[cx];
      val(tsz,ni,cd);
    if abs(ni)>0 then
      begin
        Application.MessageBox('Program could not handle three
dimensional element'+#13+#10+
          'File might be damage or invalid!','ERROR',0);
        ZIsEmpty:=False;
        ClosingFile;
        Exit;
      end;

    Application.ProcessMessages;
    readln(tf,temp);
    until (temp='') or (temp[1]=#12); // char $0C is the beginning of
the last line

```

```

        end; // end temp=Title_JC
    end; // while not eof

    if not TitleFound then
        Application.MessageBox('GENERATED JOINT COORDINATES'+#13+#10+
            'File is invalid or might be damage!',
            'Identifier not found...',0);

    CloseFile(tf);
    StrGrd_JC.RowCount:=sl+1;
end;

procedure TForm_READER.ReadFrameElement;
var TitleFound: boolean;
    temp,
    e, ee,
    si, tsi,
    sj, tsj : string;
    cx,
    sl : integer;

begin
    TitleFound:=false;

    AssignFile(tf, SelectFile);
    Reset(tf);

    // Novum
    sl:=0; //section line
    while not eof(tf) do
        begin
            readln(tf,temp);
            if temp=Title_FE then
                begin
                    TitleFound:=true;

                    //jump 4 lines
                    readln(tf,temp);
                    readln(tf,temp);
                    readln(tf,temp);
                    readln(tf,temp);

                    //init 1st line
                    readln(tf,temp);
                    if temp='' then
                        Application.MessageBox('Unable to read this section...'+#13+#10+
                            'File is invalid or might be
damage!','ERROR',0)
                    else //valid section
                        repeat
                            inc(sl);
                            if sl>MaxItemPrcc then
                                begin
                                    Application.MessageBox('Items out of bound (n>10000)',
                                        'FATAL ERROR',0);

                                    Halt(1);
                                end;
                            // element id
                            e:=copy(temp,1,6);
                            ee:='';

```

```

for cx:=1 to length(e) do
  if e[cx]<>' ' then ee:=ee+e[cx];
StrGrd_FE.Cells[0,s1]:=ee;
StrGrd_SP.Cells[0,s1]:=ee;

// joint - I
si:=copy(temp,7,7);
tsi:='';
for cx:=1 to length(si) do
  if si[cx]<>' ' then tsi:=tsi+si[cx];
StrGrd_FE.Cells[1,s1]:=tsi;

// joint - J
sj:=copy(temp,14,7);
tsj:='';
for cx:=1 to length(sj) do
  if sj[cx]<>' ' then tsj:=tsj+s[cx];
StrGrd_FE.Cells[2,s1]:=tsj;

// prop. ID
sj:=copy(temp,35,7);
tsj:='';
for cx:=1 to length(sj) do
  if sj[cx]<>' ' then tsj:=tsj+s[cx];
StrGrd_SP.Cells[1,s1]:=tsj;

// length
sj:=copy(temp,69,8);
tsj:='';
for cx:=1 to length(sj) do
  if sj[cx]<>' ' then tsj:=tsj+s[cx];
if (tsj<>'') and (tsj[1]='.') then tsj:='0'+tsj;
StrGrd_SP.Cells[2,s1]:=tsj;

Element[StrToInt(StrGrd_SP.Cells[0,s1])].Length:=StrToFloat(tsj);

Application.ProcessMessages;
readln(tf,temp);
until (temp='') or (temp[1]=#12); // char $0C is the beginning of
the last line
end; //temp=Title_FE
end; //end while not eof

if not TitleFound then
Application.MessageBox('FRAME ELEMENT DATA'+#13+#10+
'File is invalid or might be damage!',
'Identifier not found...',0);

CloseFile(tf);
StrGrd_SP.RowCount:=s1+1;
StrGrd_FE.RowCount:=s1+1;
end;

procedure TForm_READER.ReadFrameForces;
var DefaultElm,TitleFound: boolean;
temp,
sid,
ssid : string;
nr,Dist : real;
Find : array [1..MaxLComb] of Single;

```

```

    nx,nl,sl,i,cd,
    CurElm,CurLc           : integer;
begin
  // these part is only for F3F file

  TitleFound:=false;

  AssignFile(debugfile,'EpiF.text');
  Rewrite(debugfile);

  AssignFile(tf, f3fs);
  Reset(tf);

  // Novum
  while not eof(tf) do
  begin
    readln(tf,temp);
    if temp=Title_FO then
    begin
      TitleFound:=true;
      break
    end;
  end;

  if TitleFound then
  begin
    sl:=1; //section line
    //jump 3 lines

    readln(tf,temp);
    readln(tf,temp);
    readln(tf,temp);

    //init 1st line
    if temp='' then
      Application.MessageBox('Unable to read this section...'+#13+#10+
        'File is invalid or might be
damage!', 'ERROR', 0)
    else //valid section
    repeat
      DefaultElm:=true;
      readln(tf,temp);
      if temp<>' ' then
      if temp[1]=#12 then
      begin
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
        readln(tf,temp);
      end;
      //Read Element Number
      sid:=copy(temp,1,6);
      ssid:='';
      if sid<>' ' then
      for i:=1 to 6 do
        if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];

```

```

val(ssid,nx,cd);
if cd=0 then
begin
StrGrd_FO.Cells[0,s1]:=ssid;
inc(s1);
CurElm:=nx;
DefaultElm:=false;
end;

if DefaultElm = false then
for i:=1 to MaxLComb do
Find[i]:=0;

//Find Load Combination
sid:=copy(temp,1,11);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 11 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nl,cd);
if cd=0 then CurLc:=nl;

//Read Axial
if CurLc<=3 then
begin
sid:=copy(temp,12,9);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 9 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nr,cd);
if cd=0 then
begin
if CurLc=1 then
StrGrd_FO.Cells[1,s1-1]:=ssid;
if CurLc=2 then
StrGrd_FO.Cells[2,s1-1]:=ssid;
if CurLc=3 then
StrGrd_FO.Cells[3,s1-1]:=ssid;
end;
end;
//Read Vu
if CurLc<=3 then
begin
sid:=copy(temp,26,12);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 12 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nr,cd);
if cd=0 then
begin
if CurLc=1 then
begin
Find[2]:=nr;
if abs(Find[2])>abs(Find[1]) then
begin
Find[3]:=Find[2];
Find[1]:=Find[2];
end
end
end
end

```

```

        else Find[3]:=Find[1];
        StrGrd_FO.Cells[4,sl-1]:=
        FloatToStrF(Find[3],ffgeneral,7,0);
        end;

    if CurLc=2 then
    begin
        Find[5]:=nr;
        if abs(Find[5])>abs(Find[4]) then
        begin
            Find[6]:=Find[5];
            Find[4]:=Find[5];
        end
        else Find[6]:=Find[4];
        StrGrd_FO.Cells[5,sl-1]:=
        FloatToStrF(Find[6],ffgeneral,7,0);
        end;

    if CurLc=3 then
    begin
        Find[8]:=nr;
        if abs(Find[8])>abs(Find[7]) then
        begin
            Find[9]:=Find[8];
            Find[7]:=Find[8];
        end
        else Find[9]:=Find[7];
        StrGrd_FO.Cells[6,sl-1]:=
        FloatToStrF(Find[9],ffgeneral,7,0);
        end;
    end;
end;

//Read Mu
if CurLc<=3 then
begin
    sid:=copy(temp,38,12);
    ssid:='';
    if sid<>' ' then
    for i:=1 to 12 do
    if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
    val(ssid,nr,cd);
    if cd=0 then
    begin
        if CurLc=1 then
        begin
            Find[11]:=nr;
            if abs(Find[11])>abs(Find[10]) then
            begin
                Find[12]:=Find[11];
                Find[10]:=Find[11];
            end
            else Find[12]:=Find[10];
            StrGrd_FO.Cells[7,sl-1]:=
            FloatToStrF(Find[12],ffgeneral,7,0);
            end;
        if CurLc=2 then
        begin
            Find[14]:=nr;
            if abs(Find[14])>abs(Find[13]) then
            begin

```

```

        Find[15]:=Find[14];
        Find[13]:=Find[14];
        end
        else Find[15]:=Find[13];
        StrGrd_FO.Cells[8,s1-1]:=
        FloatToStrF(Find[15],ffgeneral,7,0);
        end;
    if CurLc=3 then
    begin
        Find[17]:=nr;
        if abs(Find[17])>abs(Find[16]) then
        begin
            Find[18]:=Find[17];
            Find[16]:=Find[17];
        end
        else Find[18]:=Find[16];
        StrGrd_FO.Cells[9,s1-1]:=
        FloatToStrF(Find[18],ffgeneral,7,0);
        end;
    end;
end;

//Read Momen atas
if DefaultElm then
if CurLc=3 then
begin
    sid:=copy(temp,21,5);
    ssid:='';
    if sid<>' ' then
    for i:=1 to 5 do
        if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
        val(ssid,nr,cd);
        dist:=nr;
        if cd=0 then
        if dist=0 then
        begin
            sid:=copy(temp,38,12);
            ssid:='';
            if sid<>' ' then
            for i:=1 to 12 do
                if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
                val(ssid,nr,cd);
                if cd=0 then
                    StrGrd_FO.Cells[11,s1-1]:=ssid;
            end
        else
            //Read Momen Bawah
            begin
                sid:=copy(temp,38,12);
                ssid:='';
                if sid<>' ' then
                for i:=1 to 12 do
                    if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
                    val(ssid,nr,cd);
                    if cd=0 then
                        StrGrd_FO.Cells[10,s1-1]:=ssid;
                end;
            end;
        end;
    end;
if DefaultElm then

```



```

if CurLc>3 then
begin
//Read Moment tumpuan
sid:=copy(temp,21,5);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 5 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nr,cd);
dist:=nr;
if cd=0 then
if (dist=0) or (dist>=Element[CurElm].Length) then
begin
sid:=copy(temp,38,12);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 12 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nr,cd);
if cd=0 then
begin
//Find Momen Tumpuan Negatif
if nr<0 then
begin
Find[20]:=nr;
if abs(Find[20])>abs(Find[19]) then
begin
Find[21]:=Find[20];
Find[19]:=Find[20];
end
else Find[21]:=Find[19];
end;
if Find[21] <> 0 then
StrGrd_FO.Cells[12,s1-1]:=
FloatToStrF(Find[21],ffgeneral,7,0)
else StrGrd_FO.Cells[12,s1-1]:='0';
//Find Momen Tumpuan Positif
if nr>0 then
begin
Find[23]:=nr;
if Find[23]>Find[22] then
begin
Find[24]:=Find[23];
Find[22]:=Find[23];
end
else Find[24]:=Find[22];
end;
if Find[24] <> 0 then
StrGrd_FO.Cells[13,s1-1]:=
FloatToStrF(Find[24],ffgeneral,7,0)
else StrGrd_FO.Cells[13,s1-1]:='0';
end;
//Find Momen Lapangan
else
begin
sid:=copy(temp,38,12);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 12 do

```

```

        if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
        val(ssid,nr,cd);
        if cd=0 then
        begin
            Find[26]:=nr;
            if Find[26]>Find[25] then
            begin
                Find[27]:=Find[26];
                Find[25]:=Find[26];
            end
            else Find[27]:=Find[25];
            StrGrd_FO.Cells[14,sl-1]:=
            FloatToStrF(Find[27],ffgeneral,7,0);
            end;
        end;
        if Find[27]=0 then
        StrGrd_FO.Cells[14,sl-1]:='---';
        end;
        Application.ProcessMessages;
        until (Eof(tf));
    end
else
    Application.MessageBox('FRAME ELEMENT FORCES'+#13+#10+
        'File is invalid or might be damage!',
        'Identifier not found...',0);
end;

CloseFile(tf);
StrGrd_FO.RowCount:=sl;
for i:=1 to StrGrd_FO.RowCount do
begin
    if i=1 then
    begin
        Writeln(debugfile,'Elt.      ND      NL      NE      VD      '
            +'VL      VE      MEq.T      MEq.B      Mneg      '
            +' Mpos      Mlap      MD      ML      ME');
    end;
    Writeln(debugfile,Format('%4s %10s %8s %8s %8s %8s %8s %8s %8s %8s %8s
%8s %8s %8s %8s',
        [StrGrd_FO.Cells[0,i],StrGrd_FO.Cells[1,i],
        StrGrd_FO.Cells[2,i],StrGrd_FO.Cells[3,i],
        StrGrd_FO.Cells[4,i],StrGrd_FO.Cells[5,i],
        StrGrd_FO.Cells[6,i],StrGrd_FO.Cells[10,i],
        StrGrd_FO.Cells[11,i],StrGrd_FO.Cells[12,i],
        StrGrd_FO.Cells[13,i],StrGrd_FO.Cells[14,i],
        StrGrd_FO.Cells[7,i],StrGrd_FO.Cells[8,i],
        StrGrd_FO.Cells[9,i]]));
    end;
    CloseFile(debugfile);
end;

procedure TForm_Reader.ReadMoment;
var TitleFound      : boolean;
    temp,
    sid,
    ssid             : string;
    nm,nr,Dist      : real;

    noLc,CurElm,nx,nl,sl,i,cd : Integer;
    CurLc           : Array [0..1] of integer;
begin

```

```

// these part is only for F3F file

MaxLc:=0;
TitleFound:=false;
AssignFile(tf, r3fs);
Reset(tf);

// Novum
while not eof(tf) do
begin
  readln(tf,temp);
  if temp=Title_FC then
  begin
    TitleFound:=true;
    break
  end;
end;

if TitleFound then
begin
  sl:=1; //section line
  //jump 3 lines

  readln(tf,temp);
  readln(tf,temp);
  readln(tf,temp);

  //init 1st line
  if temp='' then
    Application.MessageBox('Unable to read this section...'+#13+#10+
      'File is invalid or might be
damage!', 'ERROR', 0)
  else //valid section
  repeat
    readln(tf,temp);
    if temp<>' ' then
    if temp[1]=#12 then
    begin
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
      readln(tf,temp);
    end;
    //Read Element Number
    sid:=copy(temp,1,6);
    ssid:='';
    if sid<>' ' then
    for i:=1 to 6 do
      if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
    val(ssid,nx,cd);
    if cd=0 then
    begin
      CurElm:=nx;
      StrGrd_SG.Cells[0,sl]:=ssid;
    end;

    //Find Load Combination

```

```

sid:=copy(temp,1,11);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 11 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nl,cd);
if cd=0 then
begin
NoLc:=nl;
CurLc[1]:=nl;
if CurLc[1] > CurLc[0] then MaxLc:=CurLc[1]
else MaxLc:=CurLc[0];
StrGrd_SG.Cells[1,s1]:=IntToStr(CurLc[1]);
end;

sid:=copy(temp,21,5);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 5 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nr,cd);
dist:=nr;
if cd=0 then
begin
StrGrd_SG.Cells[2,s1]:=FloatToStr(dist);
StrGrd_SG.Cells[0,s1]:=IntToStr(CurElm);
StrGrd_SG.Cells[1,s1]:=IntToStr(NoLc);

sid:=copy(temp,38,12);
ssid:='';
if sid<>' ' then
for i:=1 to 12 do
if sid[i]<>' ' then ssid:=ssid+sid[i];
val(ssid,nm,cd);
if cd=0 then
begin
StrGrd_SG.Cells[3,s1]:=
FloatToStrF(nm,ffgeneral,7,0);
inc(s1);
end;
end;
Application.ProcessMessages;
until (Eof(tf));
end
else
Application.MessageBox('FRAME ELEMENT FORCES'+#13+#10+
'File is invalid or might be damage!',
'Identifier not found...',0);

CloseFile(tf);
StrGrd_SG.RowCount:=s1;

ListBox_Lc.Items.Clear;
for i:=1 to MaxLc do
begin
ListBox_Lc.Items.Add(IntToStr(i));
end;
ListBox_Lc.ItemIndex:=0;
end;

```

```

procedure TForm_READER.ExitMenuClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TForm_READER.OpenMenuClick(Sender: TObject);
var b:integer;
begin
  if SelectFile<>' then
    if MessageDlg('Close the recent file?',
      mtConfirmation, [mbYes,mbNo], 0)=mrYes
    then
      begin
        ClickExeB:=False;
        ClickExeC:=False;
        BeamCalc:=False;
        for b:=1 to MaxElement do
          with Element[b] do
            begin
              FC:=0;FY:=0;FYS:=0;PB:=0;DS:=0;b:=0;h:=0;D:=0;CM:=0;
              VD:=0;VL:=0;VE:=0;MD:=0;ML:=0;ME:=0;ND:=0;NL:=0;NE:=0;
              Length:=0;Nu:=0;
              MomentTN:=0; MomentTP:=0; MomentL:=0;
              MnNeg:=0;MnPos:=0;S3:=0;
              MeqA:=0; MeqB:=0;
              S_inside:=0;
              S_outside:=0;
              NLap_1:=0;NLap_2:=0;NLap_3:=0;NLap_4:=0;
              N_atas:=0;N_atas1:=0;N_bawah:=0;N_bawah1:=0;
              Ntc:='';
            end;

            Lbl_FILEHND.Caption:='Flushing Memory...';
            Lbl_FILEHND.Refresh;
            Form_Reader.Caption:='EPICENTRUM      '+Lbl_FILEHND.Caption;
            ClosingFile;

          end
        else Exit;

      Form_OPENFILE.ShowModal;
      if SelectFile<>' then
        begin
          f3fs:=copy(SelectFile,1,length(SelectFile)-4)+'.f3f';
          if FileExists(f3fs) then
            begin
              Lbl_FILEHND.Caption:='Reading File';
              Form_Reader.Caption:='EPICENTRUM      '+Lbl_FILEHND.Caption;
              Screen.Cursor:=crHourGlass;

              // extract file1
              AssignFile(tf, SelectFile);
              Reset(tf);
              while not SeekEof(tf) do
                begin
                  Readln(tf);
                end;
              CloseFile(tf);
            end;
          else
            begin
              Lbl_FILEHND.Caption:='File not found';
              Form_Reader.Caption:='EPICENTRUM      '+Lbl_FILEHND.Caption;
              ClosingFile;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

// extract file2
AssignFile(tf, f3fs);
Reset(tf);
while not SeekEof(tf) do
begin
  Readln(tf);
end;
CloseFile(tf);

// first job
ReadJointCoordinates;
if ZIsEmpty then
begin
  ReadFrameElement;
  ReadMoment;

// last job
  ReadFrameForces; //f3f file

  Screen.Cursor:=crDefault;
  Lbl_FILEHND.Caption:='File handle...';
  Form_Reader.Caption:='EPICENTRUM    ';

//find max ID
  MaxID:=1;
  for b:=1 to StrGrd_SP.RowCount-1 do
    if MaxID<StrToInt(StrGrd_SP.Cells[1,b]) then
      MaxID:=StrToInt(StrGrd_SP.Cells[1,b]);

  PageControl.ActivePage:=TbSht_SKETCH;
  DefineAxis;
  DrawSketch(Sender);
  PBoxPaint(Sender);
  Lbl_FILEHND.Caption:='File handle  ' + SelectFile;
end;
end
else // file missing
  Application.MessageBox('File ".f3f" is not found...'+#13+#10+
    'Program could not continue!','ERROR',0);
end; // select file <> ''
BeamCalc:=False;
end;

procedure TForm_READER.ClosingFile;
var c,d:integer;
begin
  Screen.Cursor:=crHourGlass;

  Img_LEG_1.Picture:=nil;
  Img_LEG_2.Picture:=nil;

  SelectFile:='';

  for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-1 do
    for d:=0 to StrGrd_JC.ColCount-1 do
      StrGrd_JC.Cells[d,c]:='';
  StrGrd_JC.Invalidate;

  for c:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
    for d:=0 to StrGrd_FE.ColCount-1 do

```

```

    StrGrd_FE.Cells[d,c]:='';
StrGrd_FE.Invalidate;

for c:=1 to StrGrd_SP.RowCount-1 do
  for d:=0 to StrGrd_SP.ColCount-1 do
    StrGrd_SP.Cells[d,c]:='';
StrGrd_SP.Invalidate;

for c:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
  for d:=0 to StrGrd_FO.ColCount-1 do
    StrGrd_FO.Cells[d,c]:='';
StrGrd_FO.Invalidate;

for c:=1 to StrGrd_SG.RowCount-1 do
  for d:=0 to StrGrd_SG.ColCount-1 do
    StrGrd_FO.Cells[d,c]:='';
StrGrd_FO.Invalidate;

Screen.Cursor:=crDefault;
Lbl_FILEHND.Caption:='File handle... (CLOSED)';
PageControl.ActivePage:=TbSht_JOINTS;
end;

procedure TForm_READER.DefineAxis;
var c:integer;
    IsXEmpty,
    IsYEmpty,
    IsZEmpty : boolean;
begin
  //check X col
  IsXEmpty:=true;
  for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-2 do
    if StrGrd_JC.Cells[1,c]<>StrGrd_JC.Cells[1,c+1]
      then IsXEmpty:=false;

  //check Y col
  IsYEmpty:=true;
  for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-2 do
    if StrGrd_JC.Cells[2,c]<>StrGrd_JC.Cells[2,c+1]
      then IsYEmpty:=false;

  //check error

  if not IsXEmpty then
    begin
      XAxis:='X';
      MaxRangeX:=0;
      for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-1 do
        begin
JCo[StrToInt(StrGrd_JC.Cells[0,c])].X:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[1,c]);
          if MaxRangeX<StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[1,c]) then
            MaxRangeX:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[1,c]);
          end;

        MinRangeX:=0;
        for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-1 do
          if MinRangeX>StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[1,c]) then
            MinRangeX:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[1,c]);

```

```

//checking X range error
if MinRangeX=MaxRangeX then
begin
  Application.MessageBox('Coordinate range invalid...'+#13+#10+
                          'File might be damage or invalid!','ERROR',0);

  ClosingFile;
  Exit;
end;

//get Y - in Y col
if not IsYEmpty then
begin
  YAxis:='Y';
  MaxRangeY:=0;
  for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-1 do
begin
  JCo[StrToInt(StrGrd_JC.Cells[0,c]).Y:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[2,c]);
    if MaxRangeY<StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[2,c]) then
      MaxRangeY:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[2,c]);
    end;
    MinRangeY:=0;
    for c:=1 to StrGrd_JC.RowCount-1 do
      if MinRangeY>StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[2,c]) then
        MinRangeY:=StrToFloat(StrGrd_JC.Cells[2,c]);
      //checking Y range error
      if MinRangeY=MaxRangeY then
        begin
          Application.MessageBox('Coordinate range invalid...'+#13+#10+
                                'File might be damage or
invalid!','ERROR',0);
          ClosingFile;
          Exit;
        end;
      end; //if not IsYEmpty
    end; // if not IsXEmpty
  end;

procedure TForm_READER.FormShow(Sender: TObject);
begin

  TbSht_BEDES.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_CODES.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_BEAMOUT.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_SHEAROUT.Brush.Color:=$00EFEEED;
  TbSht_GRAPH.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_ColumnGraph.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_COLUMNOUT.Brush.Color :=$00EFEEED;
  TbSht_DI.Brush.Color :=$00EFEEED;

  //Global Var
  DecimalSeparator:= '.';

  // Joint Coordinates Grid
  StrGrd_JC.Cells[0,0]:=' JOINT';
  StrGrd_JC.Cells[1,0]:=' X';
  StrGrd_JC.Cells[2,0]:=' Y';
  // Frame Element Grid
  StrGrd_FE.Cells[0,0]:=' ELT ID';

```



```

StrGrd_FE.Cells[1,0]:=' Joint - I';
StrGrd_FE.Cells[2,0]:=' Joint - J';
// Forces Grid
StrGrd_FO.Cells[0,0] :=' ELEMENT ID';
StrGrd_FO.Cells[1,0] :=' ND (kN)';
StrGrd_FO.Cells[2,0] :=' NL (kN)';
StrGrd_FO.Cells[3,0] :=' NE (kN)';
StrGrd_FO.Cells[4,0] :=' VD (kN)';
StrGrd_FO.Cells[5,0] :=' VL (kN)';
StrGrd_FO.Cells[6,0] :=' VE (kN)';
StrGrd_FO.Cells[7,0] :=' MD (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[8,0] :=' ML (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[9,0] :=' ME (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[10,0]:=' M-Eq.T (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[11,0]:=' M-Eq.B (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[12,0] :=' Mneg (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[13,0] :=' Mpos (kNm)';
StrGrd_FO.Cells[14,0] :=' M (kNm)';

// Section Property
StrGrd_SP.Cells[0,0]:=' Elt.ID';
StrGrd_SP.Cells[1,0]:=' Prop.ID';
StrGrd_SP.Cells[2,0]:=' Length';

StrGrd_SG.Cells[0,0]:=' Elt.ID';
StrGrd_SG.Cells[1,0]:=' LComb.';
StrGrd_SG.Cells[2,0]:=' Dist.End';
StrGrd_SG.Cells[3,0]:=' Moment';

PageControl.ActivePage:=TbSht_JOINTS;
StrGrd_JC.SetFocus;
ClickExeB:=False;
ClickExeC:=False;
// init graphical object

RenderLayer:=TBitmap.Create;
with Renderlayer do
begin
Width :=640;
Height:=480;
end;

end;

procedure TForm_READER.DrawSketch(Sender: TObject);
var c:integer;
    JPoint: array [1..128] of TPoint;
    JDot : array [1..2] of TPoint;
    RatioX,
    RatioY : Single;
    dx,dy: integer;
begin
with Img_LEG_2 do
begin
Canvas.Font.Style:=[fsBold];
Canvas.Font.Color:=clRed;
Canvas.TextOut(0,30,'JOINT');
Canvas.Font.Color:=clBlue;
Canvas.TextOut(0,60,'BEAM');

```

```

    Canvas.Font.Color:=clGreen;
    Canvas.TextOut(0,90,'COLUMN');
end;

with Img_LEG_1 do
begin
    Canvas.MoveTo(10,10);
    Canvas.LineTo(10,Height-10);
    Canvas.LineTo(Width-10,Height-10);

    Canvas.MoveTo(6,14);
    Canvas.LineTo(10,10);
    Canvas.LineTo(15,14);

    Canvas.MoveTo(Width-14,Height-6);
    Canvas.LineTo(Width-10,Height-10);
    Canvas.LineTo(Width-14,Height-15);

    Canvas.Font.Name:='Small Fonts';
    Canvas.Font.Color:=clBlack;
    Canvas.Font.Size:=6;

    Canvas.TextOut(Width-8,Height-15,'X');
    Canvas.TextOut(6,0,'Y');
    Canvas.TextOut(4,Height-8,'Z');

end;

BuffLayer.Free;
BuffLayer:=TBitmap.Create;
with BuffLayer do
begin
    Width :=640;
    Height:=480;
end;

RatioX:= ((PBox.Width-50) / (Abs(MinRangeX)+MaxRangeX)) *
(PBox.Height/PBox.Width);
RatioY:= (PBox.Height-50) / (Abs(MinRangeY)+MaxRangeY) ;

dx:=round( PBox.Width - ( (Abs(MinRangeX)+MaxRangeX)*RatioX ) ) div 2;
dy:=round( PBox.Height - ( (Abs(MinRangeY)+MaxRangeY)*RatioY ) ) div 2;

// Collect joint points (X,Y) -> Point Array
for c:=1 to Max_JCo do
begin
    JPoint[c].X:=round((JCo[c].X+Abs(MinRangeX)) * RatioX)+dx;
    JPoint[c].Y:=round((JCo[c].Y+Abs(MinRangeY)) * RatioY)+dy;
    JPoint[c].Y:=Abs(JPoint[c].Y-PBox.Height);
end;

// Line each Point
BuffLayer.Canvas.Font.Name:='Small Fonts';
BuffLayer.Canvas.Font.Size:=6;

for c:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
    JDot[1].X:=JPoint[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,c])].X;
    JDot[1].Y:=JPoint[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,c])].Y;
    JDot[2].X:=JPoint[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,c])].X;

```

```

JDot[2].Y:=JPoint[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,c])].Y;

//draw line
if (JDot[1].Y=JDot[2].Y) or
  (JDot[1].X<JDot[2].X) or
  (JDot[1].X>JDot[2].X) then
  begin
    BuffLayer.Canvas.Pen.Color:=clBlack; //BEAM
    BuffLayer.Canvas.MoveTo(JDot[1].X,JDot[1].Y);
    BuffLayer.Canvas.LineTo(JDot[2].X,JDot[2].Y);
  end;

if JDot[1].X=JDot[2].X then
  begin
    BuffLayer.Canvas.Pen.Color:=clBlack; //COLOMN
    BuffLayer.Canvas.MoveTo(JDot[1].X,JDot[1].Y);
    BuffLayer.Canvas.LineTo(JDot[2].X,JDot[2].Y);
  end;

//type element number;
if JDot[1].X=JDot[2].X then //COLOMN
  begin
    Element[c].ENum:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,c]);
    Element[Element[c].ENum].ESet:=[COLOMN];
    Canvas.Font.Style:=[];
    BuffLayer.Canvas.Font.Color:=clGreen;
    BuffLayer.Canvas.Pen.Color:=clBlack;
    BuffLayer.Canvas.TextOut( JDot[1].X+7, ((JDot[1].Y+JDot[2].Y) div 2)-
3,
                                StrGrd_FE.Cells[0,c] );
  end;
if JDot[1].Y=JDot[2].Y then //BEAM
  begin
    Element[c].ENum:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,c]);
    Element[Element[c].ENum].ESet:=[BEAM];
    BuffLayer.Canvas.Font.Color:=clBlue;
    BuffLayer.Canvas.Pen.Color:=clBlack;
    BuffLayer.Canvas.TextOut( (JDot[1].X+JDot[2].X) div 2, JDot[1].Y-10,
                                StrGrd_FE.Cells[0,c] );
  end;
  BuffLayer.Canvas.Font.Color:=clRed;
  BuffLayer.Canvas.TextOut( JDot[1].X+2,JDot[1].Y-10,
                                StrGrd_FE.Cells[1,c] );
  BuffLayer.Canvas.TextOut( JDot[2].X+2,JDot[2].Y-10,
                                StrGrd_FE.Cells[2,c] );

end; //for

RenderLayer.Free;
RenderLayer:=TBitmap.Create;
with Renderlayer do
  begin
    Width :=640;
    Height:=480;
  end;

BitBlt(RenderLayer.Canvas.Handle,0,0,RenderLayer.Width,RenderLayer.Height,
        BuffLayer.Canvas.Handle,0,0,SRCCOPY);

```

```

end;

procedure TForm_READER.PageControlChange(Sender: TObject);
begin
  if PageControl.ActivePage=TbSht_SKETCH then
    if SelectFile<>' then
      begin
        DefineAxis;
        DrawSketch(Sender);
        PBoxPaint(Sender);
      end;
end;

procedure TForm_READER.FormDestroy(Sender: TObject);
begin
  RenderLayer.Free;
  BuffLayer.Free;
end;

procedure TForm_READER.CloseMenuClick(Sender: TObject);
begin
  if SelectFile<>' then ClosingFile;
end;

procedure TForm_READER.PBoxPaint(Sender: TObject);
begin
  if SelectFile<>' then
    BitBlt(PBox.Canvas.Handle,0,0,PBox.Width,PBox.Height,
      RenderLayer.Canvas.Handle,0,0,SRCCOPY);
end;

procedure TForm_READER.FormCreate(Sender: TObject);
var r:longint;
begin
  GetDir(0,ProgDir);

  // delay used for splash
  r:=GetTickCount;
  repeat
  until ((GetTickCount - r) >= 2500);

  Width :=640;
  Height:=480;

  IsResofEq:=true;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_EXITMouseUp(Sender: TObject;
  Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  if ( (X>=0) and (X<=SpBtn_EXIT.Width) ) and
    ( (Y>=0) and (Y<=SpBtn_EXIT.Height) ) then
    if MessageDlg('Exit Program?',
      mtConfirmation,[mbYes,mbNo],0)=mrYes then
      Application.Terminate
    else Exit;
end;

procedure TForm_READER.ImgBkGndMouseDown(Sender: TObject;
  Button: TMouseButton; Shift: TShiftState, X, Y: Integer);

```

```

begin
  if (Y>0) and (Y<20) then
    begin
      GoDrag:=true;
      SXDrag:=X;
      SYDrag:=Y;
    end;
  end;

procedure TForm_READER.ImgBkGndMouseUp(Sender: TObject;
  Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  GODrag:=false;
end;

procedure TForm_READER.ImgBkGndMouseMove(Sender: TObject;
  Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  if GoDrag then
    begin
      if SXDrag>X then Left:=Left-(SXDrag-X)
        else Left:=Left+(X-SXDrag);
      if SYDrag>Y then Top:=Top-(SYDrag-Y)
        else Top:=Top+(Y-SYDrag);
    end;
  end;

procedure TForm_READER.SpEd_PIDKeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
  Key:=#0;
end;

procedure TForm_READER.SpEd_PIDKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
  Shift: TShiftState);
begin
  Key:=0;
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_OPENClick(Sender: TObject);
begin
  OpenMenuClick(Sender);
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_JOINTSClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_JOINTS;
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_FORCESClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_FORCES;
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_SKETCHClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_SKETCH;
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_BEDESClick(Sender: TObject);
begin

```

```

if SelectFile<>' then
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_BEDES;
end;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_BACK1MouseUp(Sender: TObject;
  Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_BEDES;
end;

procedure TForm_READER.PpMnMinimizeClick(Sender: TObject);
begin
  Application.Minimize;
end;

procedure TForm_READER.PpMnCloseClick(Sender: TObject);
begin
  Application.Terminate;
end;

procedure TForm_READER.TbSht_BEDESEnter(Sender: TObject);
var cElm,cx          :integer;
begin
  LstBox_ELEMENT.Items.Clear;
  for cx:=1 to Form_READER.StrGrd_FO.RowCount do
  begin
    if Form_READER.StrGrd_FO.Cells[0,cx]<>' then
    begin
      cElm:=StrToInt(Form_READER.StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
      // check BEAM range
      if Element[cElm].ESet=[BEAM] then
      begin
        LstBox_ELEMENT.Items.Add(IntToStr(cElm));
      end; // if BEAM
    end; // if <> '
  end; //for cx

  Lbl_FILEHND.Visible:=True;
end;

procedure TForm_READER.ExecuteBeamDesign;
var c, CurRow, cx, dx, cElm      : Integer;
    d, k, R, Rpos,
    As_min, As_max,
    x, y, z, w, w1,
    RHOperlu, Ast, Asperlu,
    n, n1, n2,
    Aspakai, Jmin, J,
    nlapis1, nlapis2,
    As1, As1perlu, As1pakai,
    n1lapis1, n1lapis2,
    M1, M2, she, Lnet,
    Vub, dv, Vplastis, Vs1, Vs2, S, S1,
    Vc, Vluar, Asatas, Aslatas,
    Asbawah, Aslbawah,
    MnLap, RF, Vmax              : Single;

```

```

sc, stsl, sts2, st1, st2, st3      : string;
sld, s2d                            : word;

function LDivider(l:byte):string;
var cx:byte;
    st:string;
begin
    st:='';
    for cx:=1 to l do st:=st+'-';
    LDivider:=st;
end;

begin
if not CollectInput then Exit;
if not DataIsValid then Exit;

CurRow:=1;
Memo_BEAMOUT.Lines.Clear;
Memo_BEAMOUT.Lines.Add(Lbl_FILEHND.Caption);
Memo_BEAMOUT.Lines.Add(LDivider(109));
Memo_BEAMOUT.Lines.Add('| Elt | Section |           Negative Reinforcement
'+
                        '|           Positive Reinforcement
|           |');
Memo_BEAMOUT.Lines.Add('| ID | Area | Mu(-) | Required | Used |
Mn-Neg '+
                        '| Mu(+) | Required | Used |
Mn-Pos | Notice |');
Memo_BEAMOUT.Lines.Add('|           | cm | kNm | cm2 |           |
kNm '+
                        '| kNm | cm2 |           |
kNm |           |');
Memo_BEAMOUT.Lines.Add(LDivider(109));

Memo_SHEAROUT.Lines.Clear;
Memo_SHEAROUT.Lines.Add(Lbl_FILEHND.Caption);
Memo_SHEAROUT.Lines.Add(LDivider(125));
Memo_SHEAROUT.Lines.Add('| Elt | SAP90 Output Data | Inside
Plastic-hinge Zone | Outside Plastic-hinge Zone |
Dist. (m) |');
Memo_SHEAROUT.Lines.Add('|           | Vg(kN) | VuMax(kN) | Vu(kN) | Vs(kN)
| Reinforcing | Vu(kN) | Vc(kN) | Vs(kN) | Reinforcing | Vc = Vu |');
Memo_SHEAROUT.Lines.Add(LDivider(125));

for cx:=0 to LstBox_element.Items.Count-1 do
begin
    // check BEAM range
    cElm:=StrToInt(LstBox_Element.Items.Strings[cx]);
    if LstBox_Element.Selected[cx]=True then
begin
        Application.ProcessMessages;
        // Section 1
        Asatas :=0;
        Aslatas :=0;
        Asbawah :=0;
        Aslbawah :=0;

```

```

Element[cElm].MnPos      :=0;
Element[cElm].MnNeg      :=0;
Element[cElm].N_atas     :=0;
Element[cElm].N_atas1   :=0;
Element[cElm].N_bawah    :=0;
Element[cElm].N_bawah1  :=0;
Element[cElm].S_inside  :=0;
Element[cElm].S_outside:=0;
Element[cElm].Ntc:='';
Element[cElm].NLap_1:=0;
Element[cElm].NLap_2:=0;
Element[cElm].NLap_3:=0;
Element[cElm].NLap_4:=0;

RF:=(100-Element[cElm].CM)/100;

R      := abs(Element[cElm].MomentTP / (Element[cElm].MomentTN*
      RF)      );
Rpcs :=R;
d      := Element[cElm].h - Element[cElm].PB - Element[cElm].DS
      - ( 0.5 * Element[cElm].D);
dv     :=d;
k      := abs(Element[cElm].MomentTN)*RF*1e+6 /
      (0.8 * Element[cElm].b * sqr(d)) ;

if R < 0.5 then Rpos := 0.5;

// Section 2
As_min := (1.4/ Element[cElm].FY) * Element[cElm].b * d;
As_max := (7 / Element[cElm].FY) * Element[cElm].b * d;
x       := 0.59 * Element[cElm].FC;
y       := -Element[cElm].FC;
w       := sqr(y) - (4 * x * k);

if w>0 then
begin
z       := (-y - sqrt(w)) / (2*x);
if z < 0 then z:=(-y + sqrt(w)) / (2*x);

RHOperlu := z * Element[cElm].FC / Element[cElm].FY;
Asperlu  := Element[cElm].b * d * RHOperlu;

if Asperlu < As_min then AsPerlu:=As_min;
if Asperlu > As_max then AsPerlu:=As_max;

Ast      :=Asperlu;
AsAtas   :=Asperlu;

//Hitungan tulangan tumpuan Negatif
n       := AsPerlu / (0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D));
n1      := trunc(n) + 1;

if n1=1 then n1:=2;

AsPakai := n1 * 0.25 * pi * sqrt(Element[cElm].D);
R        := AsPakai / (Element[cElm].B * d);
W        := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K        := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M1       := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k / Power(10,6);
Element[cElm].MnNeg      := M1/0.8;

```



```

while M1<abs(Element[cElm].MomentTN*RF) do
begin
AsPakai := n1 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
R := Aspakai / (Element[cElm].B * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M1 := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k / Power(10,6);
Element[cElm].MnNeg := M1/0.8;
if M1<abs(Element[cElm].MomentTN*RF) then
begin
n1:=n1+1;
if n1 > 15 then break;
end;
end;

if n1 > 16 then
begin
Element[cElm].MnNeg:=0;
Aslatas :=0;
Element[cElm].Ntc:='Redesign';
stl:=' --- ';
end
else
begin
Aslatas :=Aspakai;
Jmin := 25;
if Element[cElm].D>25 then Jmin:=Element[cElm].D;

J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
2 * Element[cElm].DS - n1 * Element[cElm].D)
/ (n1 - 1);

nlapis2 := 0;
nlapis1 := n1;

if J<Jmin then
begin
// d aktual
d := Element[cElm].h - Element[cElm].PB -
Element[cElm].DS
- 0.5*Element[cElm].D - (Jmin /2);

R := Aspakai / (Element[cElm].B * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M1 := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /
Power(10,6);
Element[cElm].MnNeg := M1/0.8;

while M1<abs(Element[cElm].MomentTN*RF) do
begin
AsPakai := n1 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
R := Aspakai / (Element[cElm].B * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M1 := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /
Power(10,6);
Element[cElm].MnNeg := M1/0.8;
if M1<abs(Element[cElm].MomentTN*RF) then

```

```

begin
  n1:=n1+1;
  if n1 > 15 then break;
end;
end;

if n1 <=16 then
begin
  Aslatas := Aspakai;
  nlapis2:= trunc(n1/2);
  nlapis1:= n1-nlapis2;
  if nlapis1=1 then nlapis1:=2;

  J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
        2 * Element[cElm].DS - nlapis1 *
Element[cElm].D)
        /(nlapis1-1);
  if J<Jmin then Element[cElm].Ntc:='J < Jmin';
end
else
begin
  nlapis1:=0;
  nlapis2:=0;
  AslAtas:=0;
  Element[cElm].MnNeg:=0;
  Element[cElm].Ntc:='Redesign';
  st1:=' --- ';
end;
end; // J negatif
end; //else

//Hitungan tulangan atas pada daerah lapangan
if (Element[cElm].Ntc <> 'Redesign') or (Element[cElm].Ntc <>
'J < Jmin') then
begin
  Ast:=0.25*Aspakai;
  n := Ast / (0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D));
  n2 := trunc(n) + 1;

  if n2=1 then n2:=2;
  Ast:=n2*0.25*pi*sqr(Element[cElm].D);
  Jmin := 25;

  if Element[cElm].D>25 then Jmin:=Element[cElm].D;

  J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
        2 * Element[cElm].DS - n2 * Element[cElm].D)
        / (n2 - 1);

  Element[cElm].NLap_3 := 0;
  Element[cElm].NLap_4 := round(n2);

  if J<Jmin then
  begin
    nllapis2:= trunc(n2/2);
    nllapis1:= n2-nllapis2;
    Element[cElm].NLap_3 := round(nllapis2);
    Element[cElm].NLap_4 := round(nllapis1);
  end;

```

```

if Element[cElm].NLap_4 < 2 then Element[cElm].NLap_4:=2;
end;

//Hitungan tulangan lapangan

if Element[cElm].MomentL > 0 then
begin
d := Element[cElm].h - Element[cElm].PB - Element[cElm].DS
    - ( 0.5 * Element[cElm].D);
k := Element[cElm].MomentL*1e+6 /
    (0.8 * Element[cElm].b * sqr(d)) ;
w1:= sqr(y) - (4 * x * k);

if w1 > 0 then
begin
z := (-y - sqrt(w)) / (2*x);
if z < 0 then z:=(-y + sqrt(w)) / (2*x);

RHOperlu := z * Element[cElm].FC / Element[cElm].FY;
Aslperlu := Element[cElm].b * d * RHOperlu;
if Aslperlu<0.25*AsPakai then Aslperlu:=0.25*AsPakai;

n := AslPerlu / (0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D));
n2 := trunc(n) + 1;

if n2=1 then n2:=2;

AslPakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
R := AslPakai / (Element[cElm].B * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2 := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /

Power(10,6);

if AslPakai < As_min then AslPakai:=As_min;
if AslPakai > As_max then AslPakai:=As_max;

while M2<Element[cElm].MomentL do
begin
AslPakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
R := AslPakai / (Element[cElm].B * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2 := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /

Power(10,6);

if M2<Element[cElm].MomentL then
begin
n2:=n2+1;
if n2 > 15 then break;
end;
end;

if n2 <= 16 then
begin
Jmin:= 25;

if Element[cElm].D>25 then Jmin:=Element[cElm].D;

J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -

```

```

        2 * Element[cElm].DS - n2 * Element[cElm].D)
        / (n2 - 1);

Element[cElm].NLap_2 := 0;
Element[cElm].NLap_1 := round(n2);

if J<Jmin then
begin
// d aktual
d := Element[cElm].h - Element[cElm].PB -
Element[cElm].DS
        - 0.5*Element[cElm].D - (Jmin / 2);
R := Aslpakai / (Element[cElm].b * d);
W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2:= 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k / Power(10,6);

while M2<Element[cElm].MomentL do
begin
Aslpakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
R        := Aslpakai / (Element[cElm].b * d);
W        := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K        := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2       := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /
Power(10,6);

MnLap    := M2/0.8;
if M2<Element[cElm].MomentL then
begin
n2:=n2+1;
if n2 > 15 then break;
end;
end;

if n2 <= 16 then
begin
nllapis2:= trunc(n2/2);
nllapis1:= n2-nllapis2;
Element[cElm].NLap_2 := round(nllapis2);
Element[cElm].NLap_1 := round(nllapis1);

J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
2 * Element[cElm].DS - n2 * Element[cElm].D)
/ (n2 - 1);
if J<Jmin then Element[cElm].Ntc:='J < Jmin';
end;
end; // J lapangan
end;
end; // w > 0
end; // if Mlap > 0
if Element[cElm].NLap_1 <= 1 then Element[cElm].NLap_1:=2;

//Hitungan Tulangan Positif

As1      := Rpos * Asperlu;
Aslperlu := As1;
AsBawah  :=Aslperlu;

if As1 < As_min then Aslperlu := As_min;
if As1 > As_max then Aslperlu := As_max;

```

```

n := Aslperlu / (0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D));
n2 := trunc(n) + 1;

if n2=1 then n2:=2;
AslPakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);

Element[cElm].DS
d := Element[cElm].h - Element[cElm].PB -
      - ( 0.5 * Element[cElm].D);

R      := AslPakai / (Element[cElm].B * d);
W      := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
K      := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2     := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /

Power(10,6);
Element[cElm].MnPos      := M2/0.8;

while M2<Element[cElm].MomentTP do
begin
  AslPakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
  R      := AslPakai / (Element[cElm].B * d);
  W      := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;
  K      := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
  M2     := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /

Power(10,6);
  Element[cElm].MnPos      := M2/0.8;
  if M2<Element[cElm].MomentTP then
  begin
    n2:=n2+1;
    if n2 > 15 then break;
  end;
end;

if n2 > 16 then
begin
  nllapis1:=0;
  nllapis2:=0;
  Element[cElm].MnPos:=0;
  Aslbawah:=0;
  Element[cElm].Ntc:='Redesign';
  st2:=' --- ';
end
else
begin
  AslBawah := AslPakai;

  J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
        2 * Element[cElm].DS - n2 * Element[cElm].D)
        / (n2 - 1);

  nllapis2 :=0;
  nllapis1 :=n2;

  if J<Jmin then
  begin
    Element[cElm].DS
    d := Element[cElm].h - Element[cElm].PB -
          - 0.5*Element[cElm].D - (Jmin /2);
    R := AslPakai / (Element[cElm].B * d);
    W := R * Element[cElm].FY / Element[cElm].FC;

```

```

K := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
M2:= 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k / Power(10,6);
Element[cElm].MnPos      := M2/0.8;

while M2<Element[cElm].MomentTP do
begin
  As1Pakai := n2 * 0.25 * pi * sqr(Element[cElm].D);
  R        := As1Pakai / (Element[cElm].B * d);
  W        := R * Element[cElm].FY /

Element[cElm].FC;

  K        := Element[cElm].FC * W * ( 1 - 0.59 * W);
  M2       := 0.8*Element[cElm].B * sqr(d) * k /

Power(10,6);

  Element[cElm].MnPos      := M2/0.8;
  if M2<Element[cElm].MomentTP then
  begin
    n2:=n2+1;
    if n2 > 15 then break;
  end;
end;

if n2 <=16 then
begin
  As1Bawah := As1Pakai;
  nllapis2:= trunc(n2/2);
  nllapis1:= n2-nllapis2;
  if nllapis1=1 then nllapis1:=2;

  J := (Element[cElm].b - 2 * Element[cElm].PB -
        2 * Element[cElm].DS - nllapis1 *

Element[cElm].D)

        /(nllapis1-1);

  if J<Jmin then Element[cElm].Ntc:='J < Jmin';
end
else
begin
  Element[cElm].MnPos:=0;
  As1Bawah :=0;
  nllapis2 :=0;
  nllapis1 :=0;
  Element[cElm].Ntc:='Redesign';
  st2:=' --- ';
end;
end;
end;// Jmin Kedua

Element[cElm].N_atas      := round(nllapis1);
Element[cElm].N_atas1    := round(nllapis2);
Element[cElm].N_bawah    := round(nllapis1);
Element[cElm].N_bawah1   := round(nllapis2);
if Element[cElm].NLap_1 < Element[cElm].N_bawah then
Element[cElm].NLap_1:=Element[cElm].N_bawah;

// Perhitungan Geser
she := 1.25;
Lnet:= (Element[cElm].Length) -
        1.25*(Element[cElm].b / 1000);

if Element[cElm].FYS>=400 then she:=1.4;

```

```

:=0.7*she*(Element[cElm].MnNeg+Element[cElm].MnPos)/Lnet;
Vub
:=y+1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL);
x      :=(Lnet-dv/1000)/Lnet;
z      :=(Lnet-2*Element[cElm].h/1000)/Lnet;
Vmax
:=1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL+
4/(StrToFloat(Edit_Kvalue.Text))*Element[cElm].VE);

if Vub > Vmax then Vub:= Vmax;

Vplastis :=
(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y)+
x*( Vub -
(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y));
Vs1      := Vplastis/0.6;

S:= 0.5 * sqr(Element[cElm].DS) * pi *
Element[cElm].FYS * dv / (Vs1*1000);

if dv/4<8*Element[cElm].D then
S1:=dv/4 else S1:=8*Element[cElm].D;
if S1>24*Element[cElm].DS then
S1:=24*Element[cElm].DS;
if S1>(1600*sqr(Element[cElm].DS/Element[cElm].D))
then
S1:=(1600*sqr(Element[cElm].DS/Element[cElm].D));

if S>S1 then S:=S1;
S:=(trunc(S/5))*5;

Vs1:=((0.5 * sqr(Element[cElm].DS) * pi *
Element[cElm].FYS * dv)/S)/1000;

Element[cElm].S_inside:= trunc(S/5)*5;

Vluar
:=(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y)+
z*(Vub -
(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y));
Vc      :=( (sqrt (Element[cElm].FC) )/6 *
Element[cElm].b * dv) / 1000;
Vs2     :=( (Vluar/0.6) - Vc);

if Vs2 >1 then
S      := 0.5 * sqr(Element[cElm].DS) * pi *
Element[cElm].FYS * dv / (Vs2 * 1000)
else S:=dv/2;

if Vs2<0 then S:= dv/2;

if S>(dv/2) then S := dv/2;

S:=(trunc(S/5))*5;

Vs2:=((0.5 * sqr(Element[cElm].DS) * pi *

```

```

Element[cElm].FYS * dv /S)/1000;

Element[cElm].S_outside:= Trunc(S/5)*5;

x:=Lnet*(Vc-
(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y))/
(Vub-
(1.05*abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL)-y));
Element[cElm].S3:=(Lnet-x);
if Element[cElm].S3<=Element[cElm].h*2/1000 then
begin
Element[cElm].S3:=0;
Element[cElm].S_outside:=Trunc((dv/2)/5)*5;
end;

// write out to SHEAROUT table...!
st1:='D'+FloatToStr(Element[cElm].DS)+' -';
st2:='D'+FloatToStr(Element[cElm].DS)+' -';

s1d:=round(Element[cElm].S_inside);
s2d:=round(Element[cElm].S_outside);

Memo_SHEAROUT.Lines.Add(
Format('| %4d | %8.2f | %9.2f | %8.2f | %8.2f | %7s
%3d |'+
' %8.2f | %8.2f | %8.2f | %7s %3d |
%8.2f |',
[cElm,abs(Element[cElm].VD+0.6*Element[cElm].VL),
Vmax,
Vplastis,Vs1,st1,s1d,Vluar,Vc,Vs2,st2,s2d,Element[cElm].S3]));
end // until finished (w>0)
else
begin
AsBawah :=0;
AsAtas :=0;
Aslatas :=0;
Aslbawah :=0;
Element[cElm].MnPos :=0;
Element[cElm].MnNeg :=0;
end;

// write out to BEAMOUT table...!
st3:=FloatToStr(Element[cElm].b/10)+' x
'+FloatToStr(Element[cElm].h/10);
if Element[cElm].N_Atas =0 then st1:=' --- '
else
st1:=FloatToStr(Element[cElm].n_atas+Element[cElm].n_atas1)+'D'+
FloatToStr(Element[cElm].D);
if Element[cElm].N_Bawah=0 then st2:=' --- '
else
st2:=FloatToStr(Element[cElm].n_bawah+Element[cElm].n_bawah1)+'D'+
FloatToStr(Element[cElm].D);

if Element[cElm].MomentTP<>0
then
Memo_BEAMOUT.Lines.Add(
Format('| %3d | %7s | %7.2f | %8.2f | %5s | %9.2f '+
'| %7.2f | %8.2f | %5s | %9.2f |%8s |',

```



```

        [cElm, st3,
        abs (Element [cElm].MomentTN*RF),
        AsAtas/100, st1,
        Element [cElm].MrNeg,
        Element [cElm].MomentTP,
        AsBawah/100, st2,
        Element [cElm].MnPos, Element [cElm].Ntc)])
    else
        Memo_BEAMOUT.Lines.Add(
        Format('| %3d | %7s | %7.2f | %8.2f | %5s | %9.2f '+
        '| %7s | %8.2f | %5s | %9.2f |%8s |',
        [cElm, st3,
        abs (Element [cElm].MomentTN*RF),
        AsAtas/100, st1,
        Element [cElm].MrNeg,
        ' --- ',
        AsBawah/100, st2,
        Element [cElm].MnPos, Element [cElm].Ntc]));

        inc (CurRow);
    end; // else comma
end; //cx=1

Memo_BEAMOUT.Lines.Add(LDivider(110));
Memo_SHEAROUT.Lines.Add(LDivider(125));

// preparing .graph
LsBox_ELGRAPH.Items.Clear;
for cx:=0 to LstBox_Element.Items.Count-1 do
    if LstBox_Element.Selected[cx] then
        begin
            LsBox_ELGRAPH.Items.Add(LstBox_Element.Items.Strings[cx]);
        end;

LsBox_ELGRAPH.ItemIndex:=0;

BeamCalc:=true;
Application.MessageBox('Calculation Done', 'Information', 0);
end;

procedure TForm_READER.GlobalControlKeyDown(Sender: TObject; var Key: Word;
    Shift: TShiftState);
begin
    if (Key=$4F) and (Shift=[ssCtrl]) then OpenMenuClick(Sender);
    if (Key=$4A) and (Shift=[ssCtrl]) then TlBtn_JOINTSClick(Sender);
    if (Key=$46) and (Shift=[ssCtrl]) then TlBtn_FORCESClick(Sender);
    if (Key=$53) and (Shift=[ssCtrl]) then TlBtn_SKETCHClick(Sender);
    if (Key=$42) and (Shift=[ssCtrl]) then TlBtn_BEDESClick(Sender);
    if (Key=$44) and (Shift=[ssCtrl]) then TlBtn_CODESClick(Sender);
    if SpBtn_EXE.Enabled=True then
        if Key=VK_F3 then
            SpBtn_EXEClick(Sender);
    if PageControl.ActivePage=TbSht_BEDES then
        if Key=VK_F2 then SpBtn_AssuClick(Sender);

end;

procedure TForm_READER.SpBtn_EXEClick(Sender: TObject);
var d, cx, cElm: integer;
begin

```

```

DataIsValid:=True;
for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
  for d:=0 to 10 do
  begin
    if StrGrd_FO.Cells[d,cx]='' then
    begin
      DataIsValid:=False;
      Application.MessageBox('SAP90 data invalid!'+#13+#10+
        'Forces have no value!','ERROR',0);
      Exit;
    end;
  end;
end;

for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
  cElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
  if Element[cElm].Eset=[BEAM] then
  if (Element[cElm].fc=0) or
    (Element[cElm].fy=0) or
    (Element[cElm].fys=0) or
    (Element[cElm].pb=0) or
    (Element[cElm].Ds=0) or
    (Element[cElm].b=0) or
    (Element[cElm].h=0) or
    (Element[cElm].D=0) then
  begin
    Application.MessageBox('Assign All Elements First!','ERROR',0);
    Exit;
  end;
end;

for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
  cElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);

  if Element[cElm].ESet=[BEAM] then
  begin
    if (Element[cElm].FC < 20) or (Element[cElm].FC > 85) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_FC.SetFocus;
      SpBtn_EXE.Enabled:=False;
      Exit;
    end;
    if (Element[cElm].FY < 120) or (Element[cElm].FY > 800) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_FY.SetFocus;
      SpBtn_EXE.Enabled:=False;
      Exit;
    end;
    if (Element[cElm].FYS < 120) or (Element[cElm].FYS > 800) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_FYS.SetFocus;
      SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    end;
  end;
end;

```

```

        Exit;
    end;
if (Element[cElm].PB < 20) or (Element[cElm].PB > 80) then
begin
    Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
    edit_PB.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if (Element[cElm].DS < 10) or (Element[cElm].DS > 16) then
begin
    Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
    edit_DS.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if (Element[cElm].b < 250) or (Element[cElm].b > 1000) then
begin
    Application.MessageBox(' Width Value < 250 mm','WARNING',0);
    edit_b.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if (Element[cElm].h < 250) or (Element[cElm].h > 1000) then
begin
    Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
    edit_h.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if (Element[cElm].D < 10) or (Element[cElm].D > 36) then
begin
    Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
    edit_D.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if Element[cElm].CM > 10 then
begin
    Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
    edit_CM.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
if (Element[cElm].b / Element[cElm].h < 0.3) then
begin
    Application.MessageBox(' b/h < 0.3 ','WARNING',0);
    edit_b.SetFocus;
    SpBtn_EXE.Enabled:=False;
    Exit;
end;
end;
end;

// define maxes;
for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
    cElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
    // check BEAM range
    if Element[cElm].ESet=[BEAM] then

```

```

begin
  Element[cElm].VD :=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[4,cx]));
  Element[cElm].VL :=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[5,cx]));
  Element[cElm].VE :=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[6,cx]));
  Element[cElm].MomentTN :=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[12,cx]));
  Element[cElm].MomentTP :=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[13,cx]));
  if StrGrd_FO.Cells[14,cx]='---' then
    Element[cElm].MomentL:=0
  else Element[cElm].MomentL:=abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[14,cx]));
end;
end;

if CollectInput then ExecuteBeamDesign;
ClickExeB:=True;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_NEXT1Click(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_SHEAROUT;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_BACK1Click(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_BEDES;
  SpBtn_EXE.Enabled:=True;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_BACK2Click(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_BEAMOUT;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_NEXT2Click(Sender: TObject);
var cx:word;
begin
  //
  Img_DETAIL.Canvas.Refresh;
  for cx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
    begin
      if Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].Eset={BEAM} then
        if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].Y=MaxRangeY) then
          begin
            if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X=MinRangeX) and
              (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X<MaxRangeX) then
              begin
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=1;
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=0;
              end;

            if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X>=MinRangeX) and
              (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X=MaxRangeX) then
              begin
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=3;
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=75;
              end;

            if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X>MinRangeX) and
              (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X<MaxRangeX) then
              begin
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=2;

```

```

        Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=40;
    end;
end
else
begin
    if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X=MinRangeX) and
(JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X<MaxRangeX) then
        begin
            Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=4;
            Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=0;
        end;

        if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X>=MinRangeX) and
(JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X=MaxRangeX) then
            begin
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=6;
                Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=75;
            end;

            if (JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx])].X>MinRangeX) and
(JCo[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx])].X<MaxRangeX) then
                begin
                    Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].BO:=5;
                    Element[StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])].dxPos:=40;
                end;
            end;
end; //for cx

PageControl.ActivePage:=TbSht_GRAPH;
ScrBox_Detail.HorzScrollBar.Position:=0;
ScrBox_Detail.VertScrollBar.Position:=Height;

end;

procedure TForm_READER.SpBtn_NEXT3Click(Sender: TObject);
begin
    PageControl.ActivePage:=TbSht_BEDES;
    SpBtn_exe.Enabled:=True;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_BACK3Click(Sender: TObject);
begin
    PageControl.ActivePage:=TbSht_SHEAROUT;
end;

procedure TForm_READER.TlBtn_CODESClick(Sender: TObject);
begin
    if SelectFile<>' ' then
        begin
            PageControl.ActivePage:=TbSht_CODES;
        end;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_PRINT1Click(Sender: TObject);
var cx          :byte;
    c,Q,R      :Integer ;
begin
    R:=0;
    Q:=Trunc(Memo_BEAMOUT.Lines.Count/24);

```

```

for c:=0 to Q do
begin
with Printer do
begin
Orientation:=poLandscape;
Title:='EPICENTRUM - Output of Beam Design';
BeginDoc;
//
if c=0 then
begin
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.Font.Size:=12;
Canvas.TextOut(450,280-R,'Input Values');
Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
Canvas.Font.Size:=10;

//kolom pertama
Canvas.TextOut(450,360-R,'Concrete Strength ( fc ) '); // fc
Canvas.TextOut(450,410-R,'Steel Yield Stress ( fy ) '); // fy
Canvas.TextOut(450,460-R,'Stirrup Yield Stress ( fys ) '); // fys

for cx:=0 to 2 do
Canvas.TextOut(920,360-R+(cx*50),'=');

-Canvas.TextOut(990,360-R,Edit_fc.Text) ; // fc
Canvas.TextOut(990,410-R,Edit_fy.Text) ; // fy
Canvas.TextOut(990,460-R,Edit_fys.Text); // fys

Canvas.TextOut(1090,360-R,'MPa') ; // fc
Canvas.TextOut(1090,410-R,'MPa') ; // fy
Canvas.TextOut(1090,460-R,'MPa') ; // fys
end;
//

Canvas.Font.Name:='Courier New';
Canvas.Font.Size:=8;
for cx:=0 to 24 do
if cx+24*c < Memo_BEAMOUT.Lines.Count then
begin
if c=0 then
Canvas.TextOut(450,(cx*50)+550-R,
Memo_BEAMOUT.Lines.Strings[cx])
else Canvas.TextOut(450,(cx*50)+550-R,
Memo_BEAMOUT.Lines.Strings[cx+24*c])
end
else Break;
EndDoc;
end;
end;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_PRINT2Click(Sender: TObject);
var cx:byte;
R :Integer;
begin
R:=0;
with Printer do
begin
Orientation:=poLandscape;
Title:='EPICENTRUM - Output of Shear Design';

```

```

BeginDoc;
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.Font.Size:=12;
Canvas.TextOut(350,300-R,'Shear Design');
Canvas.Font.Name:='Courier New';
Canvas.Font.Size:=8;
for cx:=0 to Memo_SHEAROUT.Lines.Count do
    Canvas.TextOut(350,(cx*50)+400-R,Memo_SHEAROUT.Lines.Strings[cx]);
EndDoc;
end;
end;

```

```

procedure TForm_READER.PageControlChanging(Sender: TObject;
    var AllowChange: Boolean);
begin
    AllowChange:=false;
end;

```

```

procedure TForm_READER.LsBox_ELGRAPHClick(Sender: TObject);
var Text_D,Text_N,st,jpgfile,
    Text_b,Text_h,Text_2h,
    Text_DS,Text_S1,Text_S2,Text_L :string;
    dx,cx,cElm:Word;
    X0,Y0,drat,
    ratElement_b,
    ratElement_h,
    ratElement_PB,
    rat_Jmin,
    rat_D,
    Y_bawah,
    XText,norm,stepside,ntb           :integer;
    lnet,d                             :single;
begin
    st:=LsBox_ELGRAPH.Items.Strings[LsBox_ELGRAPH.ItemIndex];
    cElm:=StrToInt(st);
    Lnet:= (Element[cElm].Length) - 1.5*(Element[cElm].b / 1000);

    Img_DETAIL.Canvas.Rectangle(0,0,1008,576);

    //Gambar Manual
    if Element[cElm].BO=1 then
        begin
            with Img_DETAIL do
                begin
                    //selimut beton
                    Canvas.MoveTo(40,255);
                    Canvas.LineTo(40,133);
                    Canvas.LineTo(975,133);
                    Canvas.MoveTo(108,255);
                    Canvas.LineTo(108,198);
                    Canvas.LineTo(833,198);
                    Canvas.LineTo(833,255);

                    Canvas.MoveTo(900,255);
                    Canvas.LineTo(900,198);
                    Canvas.LineTo(975,198);

                    //tulangan longitudinal
                    //kolom
                end
            end
        end
    end;

```

```

    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,255-X0*15);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838,255-X0*15);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895,255-X0*15);
end;
for X0:=1 to 6 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,133+X0*9);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,133+X0*9);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,198);

for X0:=1 to 6 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+X0*8,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(838+X0*8,193);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+X0*10,193);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+X0*20,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 8 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(900+X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(900+X0*10,193);
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25,255),Point(60,255),Point(60,249),
    Point(108-20,261),Point(108-
20,255),Point(108+15,255)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833-
15,255),Point(853,255),Point(853,249),
    Point(900-20,261),Point(900-
20,255),Point(915,255)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(975,133-
15),Point(975,153),Point(980,153),
Point(970,178),Point(975,178),Point(975,198+15)]);

    Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psDash;
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74,123);

```



```

Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74,265);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867,123);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867,265);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240,203);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240,56);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,133);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,56);
Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200,133-3),Point(200,133-10),
                             Point(206,133-10),Point(200,133-15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200,198+3),Point(200,198+10),
                             Point(206,198+10),Point(200,198+15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500,133-3),Point(500,133-10),
                             Point(506,133-10),Point(500,133-15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500,198+3),Point(500,198+10),
                             Point(506,198+10),Point(500,198+15)]);

Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=12;
Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190,133-30,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190,198+15,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480,133-30,'II');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480,198+15,'II');

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108,66),Point(108+8,66-2),
                             Point(108+8,66),Point(240-8,66),
                             Point(240-8,66-2),Point(240,66),
                             Point(240-8,66+2),Point(240-8,66),
                             Point(108+8,66),Point(108+8,66+2),
                             Point(108,66)]);

dx:=Round((Element[cElm].S3/Element[cElm].Length)*(833-108)+108);
if (Element[cElm].S3 > 2*Element[cElm].h/1000) and (Element[cElm].S3 <
0.5*Lnet) then
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=10;
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Arial';
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108,275),Point(108+8,275-2),
                              Point(108+8,275),Point(dx-8,275),
                              Point(dx-8,275-2),Point(dx,275),
                              Point(dx-8,275+2),Point(dx-8,275),
                              Point(108+8,275),Point(108+8,275+2),
                              Point(108,275)]);

  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,290);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,260);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(dx,290);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(dx,260);
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(108+(dx-108) div 2 - 20,250,
    'X = '+Format('%6.2f',[Element[cElm].S3])+
m');

  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[fsItalic,fsBold];
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(dx+50,250,
    'X is the dist. where Vc = Vu');

  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[];
end
else
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240,305),Point(240+8,305-2),
                              Point(240+8,305),Point(833-(240-108)-8,305),
                              Point(833-(240-108)-8,305-2),
                              Point(833-(240-108),305),

```

```

Point (833-(240-108)-8,305+2),
Point (833-(240-108)-8,305),
Point (240+8,305),Point (240+8,305+2),
Point (240,305)]];
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point (833-(240-108),305),
Point (833-(240-108)+8,305-2),
Point (833-(240-108)+8,305),Point (833-8,305),
Point (833-8,305-2),
Point (833,305),
Point (833-8,305+2),
Point (833-8,305),
Point (833-(240-108)+8,305),
Point (833-(240-108)+8,305+2),
Point (833-(240-108),305)]];
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-(240-108),315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-(240-108),295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833,295);
end;

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point (108,305),Point (108+8,305-2),
Point (108+8,305),Point (240-8,305),
Point (240-8,305-2),Point (240,305),
Point (240-8,305+2),Point (240-8,305),
Point (108+8,305),Point (108+8,305+2),
Point (108,305)]];
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point (74,355),Point (74+8,355-2),
Point (74+8,355),Point (867-8,355),
Point (867-8,355-2),Point (867,355),
Point (867-8,355+2),Point (867-8,355),
Point (74+8,355),Point (74+8,355+2),
Point (74,355)]];
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240,295);
end;
end;//BO=1

if Element[cElm].BO=2 then
begin
with Img_DETAIL do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(40,133);
Canvas.LineTo(975,133);

Canvas.MoveTo(40,198);
Canvas.LineTo(40+40,198);
Canvas.LineTo(40+40,255);
Canvas.MoveTo(108+40,255);
Canvas.LineTo(108+40,198);
Canvas.LineTo(833+40,198);
Canvas.LineTo(833+40,255);
Canvas.MoveTo(900+40,255);
Canvas.LineTo(900+40,198);

```

```

Canvas.LineTo(975,198);

//tulangan longitudinal
//kolom
Canvas.MoveTo(45+40,255);
Canvas.LineTo(45+40,143+4);
Canvas.Arc(85-8,143,85,143+8,85,143+4,85-4,143);
Canvas.MoveTo(81,143);
Canvas.LineTo(40,143);

Canvas.MoveTo(103+40,255);
Canvas.LineTo(103+40,143+4);
Canvas.Arc(143,143,143+8,143+8,143+4,143,143,143+4);
Canvas.MoveTo(143+4,143);
Canvas.LineTo(143+4+50,143);

Canvas.MoveTo(838+40,255);
Canvas.LineTo(838+40,143+4);
Canvas.Arc(878-8,143,878,143+8,878,143+4,878-4,143);
Canvas.MoveTo(878-4,143);
Canvas.LineTo(878-4-50,143);

Canvas.MoveTo(895+40,255);
Canvas.LineTo(895+40,146);
Canvas.Arc(935,143,935+8,143+8,935+4,143,935,143+4);
Canvas.MoveTo(935+4,143);
Canvas.LineTo(975,143);

//balok
//atas
Canvas.MoveTo(40,138);
Canvas.LineTo(975,138);
//bawah
Canvas.MoveTo(40,193);
Canvas.LineTo(975,193);

//untuk double reinforcing
if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,144);
Canvas.LineTo(108+175+40,144);
Canvas.MoveTo(838-175+40,144);
Canvas.LineTo(975,144);
Canvas.MoveTo(838-175+40,144);
Canvas.LineTo(838-175+40-5,149);
Canvas.MoveTo(108+175+40,144);
Canvas.LineTo(108+175+40+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,187);
Canvas.LineTo(108+225+40,187);
Canvas.MoveTo(838-225+40,187);
Canvas.LineTo(975,187);
Canvas.MoveTo(838-225+40,187);
Canvas.LineTo(838-230+40,182);
Canvas.MoveTo(108+225+40,187);
Canvas.LineTo(108+230+40,182);
end;

```

```

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+40,255-X0*15);
end;
for X0:=1 to 6 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40+X0*8,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(85+X0*8,193);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(878+X0*8,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(878+X0*8,193);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40+X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40+X0*10,193);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+40+X0*20,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+40+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(40+40-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(40+40-X0*10,193);
  if X0<=2 then
  begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(900+40+X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(900+40+X0*10,193);
  end;
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+40,255),Point(60+40,255),
                             Point(60+40,249),
                             Point(108+40-20,261),Point(108+40-20,255),
                             Point(108+40+15,255)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+40-15,255),Point(853+40,255),
                             Point(853+40,249),
                             Point(900+40-20,261),Point(900+40-20,255),
                             Point(915+40,255)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(40,133-
15),Point(40,153),Point(45,153),
                             Point(35,178),Point(40,178),Point(40,198+15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(975,133-15),Point(975,153),
                             Point(980,153),
                             Point(970,178),Point(975,178),
                             Point(975,198+15)]);

```

```

Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psDash;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+40,123);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+40,265);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+40,123);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+40,265);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+40,203);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+40,56);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,133);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,56);
Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+40,133-3),Point(200+40,133-10),
                             Point(206+40,133-10),Point(200+40,133-15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+40,198+3),Point(200+40,198+10),
                             Point(206+40,198+10),Point(200+40,198+15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+40,133-3),Point(500+40,133-10),
                             Point(506+40,133-10),Point(500+40,133-15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+40,198+3),Point(500+40,198+10),
                             Point(506+40,198+10),Point(500+40,198+15)]);
Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=12;
Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+40,133-30,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+40,198+15,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+40,133-30,'II');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+40,198+15,'II');

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,66),Point(108+8+40,66-2),
                             Point(108+8+40,66),Point(240-8+40,66),
                             Point(240-8+40,66-2),Point(240+40,66),
                             Point(240-8+40,66+2),Point(240-8+40,66),
                             Point(108+8+40,66),Point(108+8+40,66+2),
                             Point(108+40,66)]);
dx:=Round((Element[cElm].S3/Element[cElm].Length)*(833-108)+108+40);
if (Element[cElm].S3 > 2*Element[cElm].h/1000) and (Element[cElm].S3 <
0.5*Lnet) then
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=10;
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Arial';
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,275),Point(108+8+40,275-2),
                              Point(108+40+8,275),Point(dx-8,275),
                              Point(dx-8,275-2),Point(dx,275),
                              Point(dx-8,275+2),Point(dx-8,275),
                              Point(108+8+40,275),Point(108+8+40,275+2),
                              Point(108+40,275)]);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,290);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(dx,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(dx,290);
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(108+40+(dx-108-40) div 2 - 20,250,
                           'X = '+Format('%6.2f',[Element[cElm].S3])+ '
m');
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[fsItalic,fsBold];
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(dx+50,250,
                           'X is the dist. where Vc = Vu');
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[];
end
else
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240+40,305),Point(240+8+40,305-2),

```

```

Point(240+8+40,305),
Point(833-(240-108)+40-8,305),
Point(833-240+108+40-8,305-2),
Point(833-240+108+40,305),
Point(833-240+40+108-8,305+2),
Point(833-240+40+108-8,305),
Point(240+8+40,305),Point(240+8+40,305+2),
Point(240+40,305)];
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+40-(240-108),305),
Point(833+40-(240-108)+8,305-2),
Point(833+40-(240-108)+8,305),Point(833+40-
8,305),
Point(833+40-8,305-2),
Point(833+40,305),
Point(833+40-8,305+2),
Point(833+40-8,305),
Point(833+40-(240-108)+8,305),
Point(833+40-(240-108)+8,305+2),
Point(833+40-(240-108),305)]);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40-(240-108),315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40-(240-108),295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40,295);
end;
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,305),Point(108+8+40,305-2),
Point(109+8+40,305),Point(240-8+40,305),
Point(240-8+40,305-2),Point(240+40,305),
Point(240-8+40,305+2),Point(240-8+40,305),
Point(108+8+40,305),Point(108+8+40,305+2),
Point(109+40,305)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(74+40,355),Point(74+8+40,355-2),
Point(74+8+40,355),Point(867-8+40,355),
Point(867-8+40,355-2),Point(867+40,355),
Point(867-8+40,355+2),Point(867-8+40,355),
Point(74+8+40,355),Point(74+8+40,355+2),
Point(74+40,355)]);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+40,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+40,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+40,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+40,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+40,295);
end;
end;//BO=2

if Element[cElm].BO=3 then
begin
with Img_DETAIL do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(40,133);
Canvas.LineTo(900+75,133);
Canvas.LineTo(900+75,255);

Canvas.MoveTo(40,198);
Canvas.LineTo(40+75,198);
Canvas.LineTo(40+75,255);
Canvas.MoveTo(108+75,255);

```

```

Canvas.LineTo(108+75,198);
Canvas.LineTo(833+75,198);
Canvas.LineTo(833+75,255);

//tulangan longitudinal
//kolom
Canvas.MoveTo(45+75,255);
Canvas.LineTo(45+75,143+4);
Canvas.Arc(120-8,143,120,143+8,120,143+4,120-4,143);
Canvas.MoveTo(120-4,143);
Canvas.LineTo(120-4-50,143);

Canvas.MoveTo(103+75,255);
Canvas.LineTo(103+75,143+4);
Canvas.Arc(178,143,178+8,143+8,178+4,143,178,143+4);
Canvas.MoveTo(178+4,143);
Canvas.LineTo(178+4+50,143);

Canvas.MoveTo(838+75,255);
Canvas.LineTo(838+75,145+4);
Canvas.Arc(913-8,145,913,145+8,913,145+4,913-4,145);
Canvas.MoveTo(913-4,145);
Canvas.LineTo(913-4-70,145);

Canvas.MoveTo(895+75,255);
Canvas.LineTo(895+75,142+4);
Canvas.Arc(970-8,142,970,142+8,970,142+4,970-4,142);
Canvas.MoveTo(970-4,142);
Canvas.LineTo(913-4-55,142);

//balok
//atas
Canvas.MoveTo(40,138);
Canvas.LineTo(975-5,138);
//bawah
Canvas.MoveTo(40,193);
Canvas.LineTo(975-10,193);

//untuk double reinforcing
if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,144);
Canvas.LineTo(108+175+75,144);
Canvas.MoveTo(838-175+75,144);
Canvas.LineTo(975-23,144);
Canvas.MoveTo(838-175+75,144);
Canvas.LineTo(838-175+75-5,149);
Canvas.MoveTo(108+175+75,144);
Canvas.LineTo(108+175+75+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,187);
Canvas.LineTo(108+225+75,187);
Canvas.MoveTo(838-225+75,187);
Canvas.LineTo(975-29,187);
Canvas.MoveTo(838-225+75,187);
Canvas.LineTo(838-230+75,182);
Canvas.MoveTo(108+225+75,187);
Canvas.LineTo(108+230+75,182);
end;

```

```

end;

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+75,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,255-X0*15);
end;
for X0:=0 to 6 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,198-X0*9);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,198-X0*9);
end;
for X0:=1 to 6 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75+X0*9,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(45+75+X0*9,193);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75+X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75+X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+75+X0*20,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+75+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(40+75-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(40+75-X0*10,193);
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+75,255),Point(60+75,255),
  Point(60+75,249),
  Point(108+75-20,261),Point(108+75-20,255),
  Point(108+75+15,255)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+75-15,255),Point(853+75,255),
  Point(853+75,249),
  Point(900+75-20,261),Point(900+75-20,255),
  Point(915+75,255)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(40,133-
15),Point(40,153),Point(45,153),
Point(35,178),Point(40,178),Point(40,198+15)]);

```



```

    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+75-(240-108),305),
    Point(833+75-(240-108)+8,305-2),
    Point(833+75-(240-108)+8,305),Point(833+75-
8,305),
    Point(833+75-8,305-2),
    Point(833+75,305),
    Point(833+75-8,305+2),
    Point(833+75-8,305),
    Point(833+75-(240-108)+8,305),
    Point(833+75-(240-108)+8,305+2),
    Point(833+75-(240-108),305)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240+75,305),Point(240+8+75,305-2),
    Point(240+8+75,305),Point(833+75-(240-108)-
8,305),
    Point(833+75-(240-108)-8,305-2),
    Point(833+75-(240-108),305),
    Point(833+75-(240-108)-8,305+2),
    Point(833+75-(240-108)-8,305),
    Point(240+8+75,305),Point(240+8+75,305+2),
    Point(240+75,305)]);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75-(240-108),315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75-(240-108),295);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75,295);
end;

    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+75,305),Point(108+8+75,305-2),
    Point(108+8+75,305),Point(240-8+75,305),
    Point(240-8+75,305-2),Point(240+75,305),
    Point(240-8+75,305+2),Point(240-8+75,305),
    Point(108+8+75,305),Point(108+8+75,305+2),
    Point(108+75,305)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(74+75,355),Point(74+8+75,355-2),
    Point(74+8+75,355),Point(867-8+75,355),
    Point(867-8+75,355-2),Point(867+75,355),
    Point(867-8+75,355+2),Point(867-8+75,355),
    Point(74+8+75,355),Point(74+8+75,355+2),
    Point(74+75,355)]);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+75,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+75,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+75,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+75,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75,295);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+75,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+75,295);
end;
end;//BO=3

```

```

if Element[cElm].BO=4 then
begin
with Img_DETAIL do
begin
//selimut beton
//Canvas.Pen.Color:=clRed;
Canvas.MoveTo(40,76);
Canvas.LineTo(40,255);
Canvas.MoveTo(108,76);
Canvas.LineTo(108,133);

```

```

Canvas.LineTo(833,133);
Canvas.LineTo(833,76);
Canvas.MoveTo(900,76);
Canvas.LineTo(900,133);
Canvas.LineTo(975,133);
Canvas.MoveTo(108,255);
Canvas.LineTo(108,198);
Canvas.LineTo(833,198);
Canvas.LineTo(833,255);
Canvas.MoveTo(900,255);
Canvas.LineTo(900,198);
Canvas.LineTo(975,198);

//tulangan longitudinal
//kolom
Canvas.MoveTo(45,76);
Canvas.LineTo(45,255);
Canvas.MoveTo(103,76);
Canvas.LineTo(103,255);
Canvas.MoveTo(838,76);
Canvas.LineTo(838,255);
Canvas.MoveTo(895,76);
Canvas.LineTo(895,255);
//balok
//atas
Canvas.MoveTo(975,138);
Canvas.LineTo(53,133);
Canvas.Arc(50,138,58,146,54,138,50,142);
Canvas.MoveTo(50,142);
Canvas.LineTo(50,185);
//bawah
Canvas.MoveTo(975,193);
Canvas.LineTo(58,193);
Canvas.Arc(55,185,63,193,55,189,59,193);
Canvas.MoveTo(55,189);
Canvas.LineTo(55,150);

//untuk double reinforcing
if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(975,144);
Canvas.LineTo(838-175,144);
Canvas.MoveTo(103+175,144);
Canvas.LineTo(64,144);
Canvas.Arc(60,144,68,152,64,144,60,148);
Canvas.MoveTo(60,148);
Canvas.LineTo(60,185);
Canvas.MoveTo(838-175,144);
Canvas.LineTo(838-175-5,149);
Canvas.MoveTo(103+175,144);
Canvas.LineTo(103+175+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(975,187);
Canvas.LineTo(838-225,187);
Canvas.MoveTo(103+225,187);
Canvas.LineTo(69,187);
Canvas.Arc(65,179,73,187,65,183,59,187);
Canvas.MoveTo(65,183);

```

```

Canvas.LineTo(65,150);
Canvas.MoveTo(838-225,187);
Canvas.LineTo(838-230,182);
Canvas.MoveTo(103+225,187);
Canvas.LineTo(103+230,182);
end;

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895,76+X0*15);
end;
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895,255-X0*15);
end;
for X0:=0 to 6 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,133+X0*9);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,133+X0*9);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103,198);

for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838,133+X0*7);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895,133+X0*7);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895,198);

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+X0*10,193);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+X0*20,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 7 do

```

```

begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(900+X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(900+X0*10,193);
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25,76),Point(60,76),Point(60,70),
Point(108-20,82),Point(108-
20,76),Point(108+15,76)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25,255),Point(60,255),Point(60,249),
Point(108-20,261),Point(108-
20,255),Point(108+15,255)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833-
15,76),Point(853,76),Point(853,70),
Point(900-20,82),Point(900-
20,76),Point(915,76)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833-
15,255),Point(853,255),Point(853,249),
Point(900-20,261),Point(900-
20,255),Point(915,255)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(975,133-
15),Point(975,153),Point(980,153),
Point(970,178),Point(975,178),Point(975,198+15)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psDash;
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74,66);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74,265);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867,66);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867,265);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240,203);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240,56);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,76);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,56);
  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200,133-3),Point(200,133-10),
Point(206,133-10),Point(200,133-15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200,198+3),Point(200,198+10),
Point(206,198+10),Point(200,198+15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500,133-3),Point(500,133-10),
Point(506,133-10),Point(500,133-15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500,198+3),Point(500,198+10),
Point(506,198+10),Point(500,198+15)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=12;
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190,133-30,'I');
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190,198+15,'I');
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480,133-30,'II');
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480,198+15,'II');

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108,66),Point(108+8,66-2),
Point(108+8,66),Point(240-8,66),
Point(240-8,66-2),Point(240,66),
Point(240-8,66+2),Point(240-8,66),
Point(108+8,66),Point(108+8,66+2),
Point(108,66)]);
  dx:=Round((Element[cElm].S3/Element[cElm].Length)*(833-108)+108);
  if (Element[cElm].S3 > 2*Element[cElm].h/1000) and (Element[cElm].S3 <
0.5*Lnet) then

```

```

begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108,275),Point(108+8,275-2),
                              Point(108+8,275),Point(dx-8,275),
                              Point(dx-8,275-2),Point(dx,275),
                              Point(dx-8,275+2),Point(dx-8,275),
                              Point(108+8,275),Point(108+8,275+2),
                              Point(108,275)]);

  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,290);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(dx,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(dx,290);
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=10;
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Arial';
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(108+(dx-108) div 2 - 20,250,
                            'X = '+Format('%6.2f',[Element[cElm].S3])+
m');
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[fsItalic,fsBold];
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(dx+50,250,
                            'X is the dist. where Vc = Vu');
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[];

end
else
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833-(240-108),305),
                              Point(833-(240-108)+8,305-2),
                              Point(833-(240-108)+8,305),Point(833-8,305),
                              Point(833-8,305-2),
                              Point(833,305),
                              Point(833-8,305+2),
                              Point(833-8,305),
                              Point(833-(240-108)+8,305),
                              Point(833-(240-108)+8,305+2),
                              Point(833-(240-108),305)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240,305),Point(240+8,305-2),
                              Point(240+8,305),Point(833-(240-108)-8,305),
                              Point(833-(240-108)-8,305-2),
                              Point(833-(240-108),305),
                              Point(833-(240-108)-8,305+2),
                              Point(833-(240-108)-8,305),
                              Point(240+8,305),Point(240+8,305+2),
                              Point(240,305)]);

  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833-(240-108),315);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833-(240-108),295);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833,315);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833,295);
end;
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108,305),Point(108+8,305-2),
                              Point(108+8,305),Point(240-8,305),
                              Point(240-8,305-2),Point(240,305),
                              Point(240-8,305+2),Point(240-8,305),
                              Point(108+8,305),Point(108+8,305+2),
                              Point(108,305)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(74,355),Point(74+8,355-2),
                              Point(74+8,355),Point(867-8,355),
                              Point(867-8,355-2),Point(867,355),
                              Point(867-8,355+2),Point(867-8,355),
                              Point(74+8,355),Point(74+8,355+2),
                              Point(74,355)]);

```

```

    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108,295);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240,295);
    end;
end;//BO=4
//

if Element[cElm].BO=5 then
begin
with Img_DETAIL do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(40,133);
Canvas.LineTo(40+40,133);
Canvas.LineTo(40+40,76);

Canvas.MoveTo(108+40,76);
Canvas.LineTo(108+40,133);
Canvas.LineTo(833+40,133);
Canvas.LineTo(833+40,76);
Canvas.MoveTo(900+40,76);
Canvas.LineTo(900+40,133);
Canvas.LineTo(975,133);

Canvas.MoveTo(40,198);
Canvas.LineTo(40+40,198);
Canvas.LineTo(40+40,255);
Canvas.MoveTo(108+40,255);
Canvas.LineTo(108+40,198);
Canvas.LineTo(833+40,198);
Canvas.LineTo(833+40,255);
Canvas.MoveTo(900+40,255);
Canvas.LineTo(900+40,198);
Canvas.LineTo(975,198);

//tulangan longitudinal
//kolom
Canvas.MoveTo(45+40,76);
Canvas.LineTo(45+40,255);
Canvas.MoveTo(103+40,76);
Canvas.LineTo(103+40,255);
Canvas.MoveTo(838+40,76);
Canvas.LineTo(838+40,255);
Canvas.MoveTo(895+40,76);
Canvas.LineTo(895+40,255);
//balok
//atas
Canvas.MoveTo(40,138);
Canvas.LineTo(975,138);
//bawah
Canvas.MoveTo(40,193);
Canvas.LineTo(975,193);

//untuk double reinforcing

```

```

Canvas.MoveTo(45,255);
Canvas.LineTo(45,142+4);
Canvas.Arc(45,142,45+8,142+8,45+4,142,45,142+4);
Canvas.MoveTo(49,142);
Canvas.LineTo(103+55,142);

Canvas.MoveTo(103,255);
Canvas.LineTo(103,145+4);
Canvas.Arc(103,145,111,145+8,103+4,145,103,145+4);
Canvas.MoveTo(107,145);
Canvas.LineTo(107+70,145);

Canvas.MoveTo(838,255);
Canvas.LineTo(838,146);
Canvas.Arc(838-8,142,838,146,838,142+4,838-4,142);
Canvas.MoveTo(838-4,142);
Canvas.LineTo(838-4-50,142);

Canvas.MoveTo(895,255);
Canvas.LineTo(895,146);
Canvas.Arc(895,142,895+8,150,895+4,142,895,146);
Canvas.MoveTo(899,142);
Canvas.LineTo(899+50,142);

//balok
//atas
Canvas.MoveTo(975,138);
Canvas.LineTo(45,138);
//bawah
Canvas.MoveTo(975,193);
Canvas.LineTo(48,193);

//untuk double reinforcing
if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(975,144);
Canvas.LineTo(838-175,144);
Canvas.MoveTo(103+175,144);
Canvas.LineTo(64,144);
Canvas.MoveTo(838-175,144);
Canvas.LineTo(838-175-5,149);
Canvas.MoveTo(103+175,144);
Canvas.LineTo(103+175+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(975,187);
Canvas.LineTo(838-225,187);
Canvas.MoveTo(103+225,187);
Canvas.LineTo(69,187);
Canvas.MoveTo(838-225,187);
Canvas.LineTo(838-230,182);
Canvas.MoveTo(103+225,187);
Canvas.LineTo(103+230,182);
end;

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45,255-X0*15);

```

```

if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
  Canvas.MoveTo(40,144);
  Canvas.LineTo(108+175+40,144);
  Canvas.MoveTo(838-175+40,144);
  Canvas.LineTo(975,144);
  Canvas.MoveTo(838-175+40,144);
  Canvas.LineTo(838-175+40-5,149);
  Canvas.MoveTo(108+175+40,144);
  Canvas.LineTo(108+175+40+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
  Canvas.MoveTo(40,187);
  Canvas.LineTo(108+225+40,187);
  Canvas.MoveTo(838-225+40,187);
  Canvas.LineTo(975,187);
  Canvas.MoveTo(838-225+40,187);
  Canvas.LineTo(838-230+40,182);
  Canvas.MoveTo(108+225+40,187);
  Canvas.LineTo(108+230+40,182);
end;

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+40,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+40,76+X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+40,76+X0*15);
end;
for X0:=1 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+40,255-X0*15);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+40,255-X0*15);
end;
for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40,133+X0*7);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+40,133+X0*7);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+40,133+X0*7);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+40,133+X0*7);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+40,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+40,198);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+40,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+40,198);

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40+X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40+X0*10,193);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do

```



```

begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+40+X0*20,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+40+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 3 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(40+40-X0*10,138);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(40+40-X0*10,193);
  if X0<=2 then
  begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(900+40+X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(900+40+X0*10,193);
  end;
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+40,76),Point(60+40,76),
  Point(60+40,70),
  Point(108+40-20,82),Point(108+40-20,76),
  Point(108+40+15,76)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+40,255),Point(60+40,255),
  Point(60+40,249),
  Point(108+40-20,261),Point(108+40-20,255),
  Point(108+40+15,255)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+40-15,76),Point(853+40,76),
  Point(853+40,70),
  Point(900+40-20,82),Point(900+40-20,76),
  Point(915+40,76)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+40-15,255),Point(853+40,255),
  Point(853+40,249),
  Point(900+40-20,261),Point(900+40-20,255),
  Point(915+40,255)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(40,133-
15),Point(40,153),Point(45,153),
Point(35,178),Point(40,178),Point(40,198+15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(975,133-15),Point(975,153),
  Point(980,153),
  Point(970,178),Point(975,178),
  Point(975,198+15)]);

  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psDash;
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+40,66);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+40,265);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+40,66);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+40,265);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+40,203);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+40,56);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,76);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,56);
  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+40,133-3),Point(200+40,133-10),
  Point(206+40,133-10),Point(200+40,133-15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+40,198+3),Point(200+40,198+10),
  Point(206+40,198+10),Point(200+40,198+15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+40,133-3),Point(500+40,133-10),
  Point(506+40,133-10),Point(500+40,133-15)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+40,198+3),Point(500+40,198+10),

```

```

Point(506+40,198+10),Point(500+40,198+15)];
Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=12;
Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+40,133-30,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+40,198+15,'I');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+40,133-30,'II');
Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+40,198+15,'II');

Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,66),Point(108+8+40,66-2),
Point(108+8+40,66),Point(240-8+40,66),
Point(240-8+40,66-2),Point(240+40,66),
Point(240-8+40,66+2),Point(240-8+40,66),
Point(108+8+40,66),Point(108+8+40,66+2),
Point(108+40,66)]);
dx:=Round((Element[cElm].S3/Element[cElm].Length)*(833-108)+108+40);
if (Element[cElm].S3 > 2*Element[cElm].h/1000) and (Element[cElm].S3 <
0.5*Lnet) then
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,275),Point(108+8+40,275-2),
Point(108+8+40,275),Point(dx-8,275),
Point(dx-8,275-2),Point(dx,275),
Point(dx-8,275+2),Point(dx-8,275),
Point(108+8+40,275),Point(108+8+40,275+2),
Point(108+40,275)]);
  -Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,290);
  Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(dx,260);
  Img_DETAIL.Canvas.LineTo(dx,290);
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=10;
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Arial';
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(108+40+(dx-108-40) div 2 - 20,250,
'X = '+Format('%6.2f',[Element[cElm].S3])+'
m');

  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[fsItalic,fsBold];
  Img_DETAIL.Canvas.TextOut(dx+50,250,
'X is the dist. where Vc = Vu');
  Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[];

end
else
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240+40,305),Point(240+8+40,305-2),
Point(240+8+40,305),Point(833+40-(240-108)-
8,305),
Point(833+40-(240-108)-8,305-2),
Point(833+40-(240-108),305),
Point(833+40-(240-108)-8,305+2),
Point(833+40-(240-108)-8,305),
Point(240+8+40,305),Point(240+8+40,305+2),
Point(240+40,305)]);
  Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+40-(240-108),305),
Point(833+40-(240-108)+8,305-2),
Point(833+40-(240-108)+8,305),Point(833+40-
8,305),
Point(833+40-8,305-2),
Point(833+40,305),
Point(833+40-8,305+2),
Point(833+40-8,305),
Point(833+40-(240-108)+8,305),

```

```

Point(833+40-(240-108)+8,305+2),
Point(833+40-(240-108),305)];
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40-(240-108),315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40-(240-108),295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+40,295);
end;
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+40,305),Point(108+8+40,305-2),
Point(108+8+40,305),Point(240-8+40,305),
Point(240-8+40,305-2),Point(240+40,305),
Point(240-8+40,305+2),Point(240-8+40,305),
Point(108+8+40,305),Point(108+8+40,305+2),
Point(108+40,305)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(74+40,355),Point(74+8+40,355-2),
Point(74+8+40,355),Point(867-8+40,355),
Point(867-8+40,355-2),Point(867+40,355),
Point(867-8+40,355+2),Point(867-8+40,355),
Point(74+8+40,355),Point(74+8+40,355+2),
Point(74+40,355)]);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+40,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+40,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+40,370);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+40,280);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+40,295);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+40,315);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+40,295);
end;
end;//BO=5

if Element[cElm].BO=6 then
begin
with Img_DETAIL do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(40,133);
Canvas.LineTo(40+75,133);
Canvas.LineTo(40+75,76);

Canvas.MoveTo(108+75,76);
Canvas.LineTo(108+75,133);
Canvas.LineTo(833+75,133);
Canvas.LineTo(833+75,76);
Canvas.MoveTo(900+75,76);
Canvas.LineTo(900+75,255);

Canvas.MoveTo(40,198);
Canvas.LineTo(40+75,198);
Canvas.LineTo(40+75,255);
Canvas.MoveTo(108+75,255);
Canvas.LineTo(108+75,198);
Canvas.LineTo(833+75,198);
Canvas.LineTo(833+75,255);

//tulangan longitudinal
//kolom
Canvas.MoveTo(45+75,76);
Canvas.LineTo(45+75,255);
Canvas.MoveTo(103+75,76);
Canvas.LineTo(103+75,255);

```

```

Canvas.MoveTo(838+75,76);
Canvas.LineTo(838+75,255);
Canvas.MoveTo(895+75,76);
Canvas.LineTo(895+75,255);
//balok
//atas
Canvas.MoveTo(40,138);
Canvas.LineTo(975-13,138);
Canvas.Arc(975-18,138,975-10,146,975-10,142,975-14,138);
Canvas.MoveTo(975-10,143);
Canvas.LineTo(975-10,185);
//bawah
Canvas.MoveTo(40,193);
Canvas.LineTo(975-19,193);
Canvas.Arc(975-23,185,975-15,193,975-19,193,975-15,189);
Canvas.MoveTo(975-15,189);
Canvas.LineTo(975-15,150);

//untuk double reinforcing
if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,144);
Canvas.LineTo(103+175+75,144);
Canvas.MoveTo(838-175+75,144);
Canvas.LineTo(975-23,144);
Canvas.Arc(975-28,144,975-20,152,975-20,148,975-24,144);
Canvas.MoveTo(975-20,149);
Canvas.LineTo(975-20,185);
Canvas.MoveTo(838-175+75,144);
Canvas.LineTo(838-175+75-5,149);
Canvas.MoveTo(108+175+75,144);
Canvas.LineTo(108+175+75+5,149);
end;
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(40,187);
Canvas.LineTo(108+225+75,187);
Canvas.MoveTo(838-225+75,187);
Canvas.LineTo(975-29,187);
Canvas.Arc(975-33,179,975-25,187,975-29,187,975-25,183);
Canvas.MoveTo(975-25,183);
Canvas.LineTo(975-25,150);
Canvas.MoveTo(838-225+75,187);
Canvas.LineTo(838-230+75,182);
Canvas.MoveTo(108+225+75,187);
Canvas.LineTo(108+230+75,182);
end;

//tulangan geser kolom
for X0:=1 to 3 do
begin
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75,76+X0*15);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+75,76+X0*15);
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,76+X0*15);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,76+X0*15);
end;
for X0:=1 to 3 do
begin
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75,255-X0*15);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+75,255-X0*15);
end;

```

```

    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,255-X0*15);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,255-X0*15);
end;
for X0:=0 to 8 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75,133+X0*7);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+75,133+X0*7);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(45+75,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(103+75,198);

for X0:=0 to 6 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,133+X0*9);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,133+X0*9);
end;
Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(838+75,198);
Img_DETAIL.Canvas.LineTo(895+75,198);

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 8 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75+X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75+X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(420+75+X0*20,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(420+75+X0*20,193);
end;

for X0:=0 to 8 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75-X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75-X0*10,193);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(40+75-X0*10,138);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(40+75-X0*10,193);
end;

//gambar pelengkap
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+75,76),Point(60+75,76),
                             Point(60+75,70),
                             Point(108+75-20,82),Point(108+75-20,76),
                             Point(108+75+15,76)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(25+75,255),Point(60+75,255),
                             Point(60+75,249),
                             Point(108+75-20,261),Point(108+75-20,255),
                             Point(108+75+15,255)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+75-15,76),Point(853+75,76),
                             Point(853+75,70),
                             Point(900+75-20,82),Point(900+75-20,76),
                             Point(915+75,76)]);
Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+75-15,255),Point(853+75,255),
                             Point(853+75,249),
                             Point(900+75-20,261),Point(900+75-20,255),

```

```

Point(915+75,255));
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(40,133-
15),Point(40,153),Point(45,153),
Point(35,178),Point(40,178),Point(40,198+15)]);

    Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psDash;
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+75,66);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+75,265);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+75,66);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+75,265);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+75,203);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+75,56);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75,76);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75,56);
    Img_DETAIL.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+75,133-3),Point(200+75,133-10),
    Point(206+75,133-10),Point(200+75,133-15)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(200+75,198+3),Point(200+75,198+10),
    Point(206+75,198+10),Point(200+75,198+15)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+75,133-3),Point(500+75,133-10),
    Point(506+75,133-10),Point(500+75,133-15)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(500+75,198+3),Point(500+75,198+10),
    Point(506+75,198+10),Point(500+75,198+15)]);

    Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=12;
    Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Times New Roman';
    Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+75,133-30,'I');
    Img_DETAIL.Canvas.TextOut(190+75,198+15,'I');
    Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+75,133-30,'II');
    Img_DETAIL.Canvas.TextOut(480+75,198+15,'II');

    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+75,66),Point(108+8+75,66-2),
    Point(108+8+75,66),Point(240-8+75,66),
    Point(240-8+75,66-2),Point(240+75,66),
    Point(240-8+75,66+2),Point(240-8+75,66),
    Point(108+8+75,66),Point(108+8+75,66+2),
    Point(108+75,66)]);

    dx:=Round((Element[cElm].S3/Element[cElm].Length)*(833-108)+108+75);
    if (Element[cElm].S3 > 2*Element[cElm].h/1000) and (Element[cElm].S3 <
0.5*Lnet) then
    begin
        Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+75,275),Point(108+8+75,275-2),
        Point(108+8+75,275),Point(dx-8,275),
        Point(dx-8,275-2),Point(dx,275),
        Point(dx-8,275+2),Point(dx-8,275),
        Point(108+8+75,275),Point(108+8+75,275+2),
        Point(108+75,275)]);

        Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75,260);
        Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75,290);
        Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(dx,260);
        Img_DETAIL.Canvas.LineTo(dx,290);
        Img_DETAIL.Canvas.Font.Size:=10;
        Img_DETAIL.Canvas.Font.Name:='Arial';
        Img_DETAIL.Canvas.TextOut(108+75+(dx-108-75) div 2 - 20,250,
        'X = '+Format('%6.2f',[Element[cElm].S3])+ '
m');

        Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[fsItalic,fsBold];
        Img_DETAIL.Canvas.TextOut(dx+50,250,

```

```

                                'X is the dist. where Vc = Vu');
    Img_DETAIL.Canvas.Font.Style:=[];

    end
  else
    begin
      Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(240+75,305),Point(240+8+75,305-2),
      8,305),
                                Point(240+8+75,305),Point(833+75-(240-108)-
                                Point(833+75-(240-108)-8,305-2),
                                Point(833+75-(240-108),305),
                                Point(833+75-(240-108)-8,305+2),
                                Point(833+75-(240-108)-8,305),
                                Point(240+8+75,305),Point(240+8+75,305+2),
                                Point(240+75,305)]);
      Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(833+75-(240-108),305),
      8,305),
                                Point(833+75-(240-108)+8,305-2),
                                Point(833+75-(240-108)+8,305),Point(833+75-
                                Point(833+75-8,305-2),
                                Point(833+75,305),
                                Point(833+75-8,305+2),
                                Point(833+75-8,305),
                                Point(833+75-(240-108)+8,305),
                                Point(833+75-(240-108)+8,305+2),
                                Point(833+75-(240-108),305)]);
      Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75-(240-108),315);
      Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75-(240-108),295);
      Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(833+75,315);
      Img_DETAIL.Canvas.LineTo(833+75,295);
    end;
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(108+75,305),Point(108+8+75,305-2),
                                Point(108+8+75,305),Point(240-8+75,305),
                                Point(240-8+75,305-2),Point(240+75,305),
                                Point(240-8+75,305+2),Point(240-8+75,305),
                                Point(108+8+75,305),Point(108+8+75,305+2),
                                Point(108+75,305)]);
    Img_DETAIL.Canvas.Polyline([Point(74+75,355),Point(74+8+75,355-2),
                                Point(74+8+75,355),Point(867-8+75,355),
                                Point(867-8+75,355-2),Point(867+75,355),
                                Point(867-8+75,355+2),Point(867-8+75,355),
                                Point(74+8+75,355),Point(74+8+75,355+2),
                                Point(74+75,355)]);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(74+75,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(74+75,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(867+75,370);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(867+75,280);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(108+75,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(108+75,295);
    Img_DETAIL.Canvas.MoveTo(240+75,315);
    Img_DETAIL.Canvas.LineTo(240+75,295);
  end;
end;//BO=6

Img_DETAIL.Canvas.refresh;

if (Element[cElm].N_atas>0) and (Element[cElm].N_bawah>0) then
begin

```

```

X0:=150+Element[cElm].dxPos;
Y0:=390;
drat:=5;
XText:=10;
ratElement_b :=90;
ratElement_h :=Round(90*Element[cElm].h/Element[cElm].b);
if ratElement_h > 150 then ratElement_h:=150;
ratElement_PB :=8;//round(Element[cElm].PB / drat);
rat_Jmin :=ratElement_b div 6;
rat_D :=ratElement_b div 12;
Text_b :=FloatToStr(Element[cElm].b);
Text_h :=FloatToStr(Element[cElm].h);
Text_2h :=FloatToStr(Element[cElm].h*2/1000);
Text_Ds :=FloatToStr(Element[cElm].Ds);
Text_S1 :=IntToStr(Element[cElm].S_inside);
Text_S2 :=IntToStr(Element[cElm].S_outside);
Text_L :=Format('%2.1f', [Element[cElm].Length]);
d :=Element[cElm].h - Element[cElm].PB - Element[cElm].DS
- ( 0.5 * Element[cElm].D);

if (12*Element[cElm].D) > d then Text_D:=FloatToStr(12*Element[cElm].D)
else Text_D:=FloatToStr(d);

//draw selimut
Img_DETAIL.Canvas.Pen.Width:=1;
Img_DETAIL.Canvas.Rectangle(X0,Y0,X0+ratElement_b,Y0+ratElement_h);
Img_DETAIL.Canvas.Rectangle(X0+300,Y0,X0+300+ratElement_b,Y0+ratElement_h);
//draw sengkang
Img_DETAIL.Canvas.Pen.Width:=2;
Img_DETAIL.Canvas.RoundRect(X0+ratElement_PB,Y0+ratElement_PB,
X0+ratElement_b-ratElement_PB,
Y0+ratElement_h-ratElement_PB,
rat_D,rat_D);
Img_DETAIL.Canvas.RoundRect(X0+300+ratElement_PB,Y0+ratElement_PB,
X0+300+ratElement_b-ratElement_PB,
Y0+ratElement_h-ratElement_PB,
rat_D,rat_D);

ntb:=Round(Element[cElm].h/350);

//write keterangan
with Img_DETAIL do
begin
Canvas.Font.Size:=12;
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.TextOut(X0-120,Y0+(ratElement_h div 2)-6,
'Section I - I');
Canvas.TextOut(X0+175,Y0+(ratElement_h div 2)-6,
'Section II - II');
Canvas.TextOut(X0-10,Y0-350,
'2h = '+Text_2h+' m ');
Canvas.TextOut(X0-4,Y0-105,
'D'+Text_DS+' - '+Text_S1);
if (Element[cElm].S3 = 0) or (Element[cElm].S3 > 0.5*Lnet) then
begin
Canvas.TextOut(833+Element[cElm].dxPos-100,Y0-105,
'D'+Text_DS+' - '+Text_S1);
end
end

```



```

Canvas.TextOut(X0+290,Y0-105,
               'D'+Text_DS+' - '+Text_S2);
end;
Canvas.TextOut(X0+300,Y0-56,
               'L = '+Text_L+' m ');

end;

//draw dimension
with Img_DETAIL do
begin
Canvas.Font.Size:=10;
Img_DETAIL.Canvas.Pen.Width:=1;
// b dimension
Canvas.MoveTo(X0,Y0+ratElement_h+Xtext);
Canvas.LineTo(X0,Y0+ratElement_h+Xtext+8);
Canvas.MoveTo(X0,Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.LineTo(X0+ratElement_b div 2-15, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.MoveTo(X0+ratElement_b div 2+15, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.LineTo(X0+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.MoveTo(X0+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext);
Canvas.LineTo(X0+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext+8);
Canvas.TextOut(X0+(ratElement_b div 2)-12,
               Y0+ratElement_h+Xtext-3,
               Text_b);

Canvas.MoveTo(X0+300,Y0+ratElement_h+Xtext);
Canvas.LineTo(X0+300,Y0+ratElement_h+Xtext+8);
Canvas.MoveTo(X0+300,Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b div 2-15, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_b div 2+15, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext+4);
Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext);
Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b, Y0+ratElement_h+Xtext+8);
Canvas.TextOut(X0+300+(ratElement_b div 2)-12,
               Y0+ratElement_h+Xtext-3,
               Text_b);

// h dimension
Canvas.MoveTo(X0-Xtext,Y0);
Canvas.LineTo(X0-Xtext-8,Y0);
Canvas.MoveTo(X0-Xtext-4,Y0);

Canvas.LineTo(X0-Xtext-4,Y0+ratElement_h div 2-2);
Canvas.MoveTo(X0-Xtext-4,Y0+ratElement_h div 2+14);
Canvas.LineTo(X0-Xtext-4,Y0+ratElement_h);
Canvas.MoveTo(X0-Xtext, Y0+ratElement_h);
Canvas.LineTo(X0-Xtext-8,Y0+ratElement_h);
Canvas.TextOut(X0-Xtext-18,
               Y0+(ratElement_h div 2),
               Text_h);

Canvas.MoveTo(X0+300-Xtext,Y0);
Canvas.LineTo(X0+300-Xtext-8,Y0);
Canvas.MoveTo(X0+300-Xtext-4,Y0);

Canvas.LineTo(X0+300-Xtext-4,Y0+ratElement_h div 2-2);
Canvas.MoveTo(X0+300-Xtext-4,Y0+ratElement_h div 2+14);
Canvas.LineTo(X0+300-Xtext-4,Y0+ratElement_h);

```

```

Canvas.MoveTo(X0+300-Xtext, Y0+ratElement_h);
Canvas.LineTo(X0+300-Xtext-8, Y0+ratElement_h);
Canvas.TextOut(X0+300-Xtext-18,
               Y0+(ratElement_h div 2),
               Text_h);

end;

//draw tulangan atas lapis 1
if Element[cElm].Ntc='' then
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Width:=1;
  stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].N_atas-1);
  Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
  Text_N:=IntToStr(Element[cElm].N_atas);

  with Img_DETAIL do
  begin
    Canvas.MoveTo(X0+ratElement_PB, Y0+ratElement_PB+rat_D div 2);
    Canvas.LineTo(X0+ratElement_b+Xtext+15, Y0+ratElement_PB+rat_D div 2);
    Canvas.TextOut(X0+ratElement_b+Xtext,
                  Y0+ratElement_PB-15,
                  Text_N+'D - '+Text_D);
  end;

  for cx:=0 to Element[cElm].N_atas-2 do
  begin
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_PB+(cx*stepside),
                              Y0+ratElement_PB,
                              X0+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
                              Y0+ratElement_PB+rat_D);

    end;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB-rat_D,
                              Y0+ratElement_PB,
                              X0+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB,
                              Y0+ratElement_PB+rat_D);
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

  //draw tulangan atas lapis2
  if Element[cElm].N_atas1 > 0 then
  begin
    stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].N_atas1-1);
    Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
    Text_N:=IntToStr(Element[cElm].N_atas1);

    with Img_DETAIL do
    begin
      Canvas.MoveTo(X0+ratElement_PB, Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D div
2);
      Canvas.LineTo(X0+ratElement_b+Xtext+15,
Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D div 2);
      Canvas.TextOut(X0+ratElement_b+Xtext,
                    Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D,
                    Text_N+'D - '+Text_D);
    end;
  end;

```

```

end;

for cx:=0 to Element[cElm].N_atas1-2 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_PB+(cx*stepside),
    Y0+ratElement_PB+rat_Jmin,
    X0+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
    Y0+ratElement_PB+rat_D+rat_Jmin);

  end;
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB-rat_D,
  Y0+ratElement_PB+rat_Jmin,
  X0+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB,
  Y0+ratElement_PB+rat_D+rat_Jmin);
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

end;
end;//Ntc

//draw tulangan atas lapis 1 pada daerah lapangan
if Element[cElm].Ntc='' then
begin
  stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].NLap_4-1);
  Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
  Text_N:=IntToStr(Element[cElm].NLap_4);

  with Img_DETAIL do
  begin
    Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_PB, Y0+ratElement_PB+rat_D div 2);
    Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b+Xtext+15, Y0+ratElement_PB+rat_D div
2);
    Canvas.TextOut(X0+300+ratElement_b+XText,
      Y0+ratElement_PB-15,
      Text_N+'D - '+Text_D);

  end;

  for cx:=0 to Element[cElm].NLap_4-2 do
  begin
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside),
      Y0+ratElement_PB,
      X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
      Y0+ratElement_PB+rat_D);

    end;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB-rat_D,
  Y0+ratElement_PB,
  X0+300+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB,
  Y0+ratElement_PB+rat_D);
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

  //draw tulangan atas lapis2 pada daerah lapangan
  if Element[cElm].NLap_3 > 0 then

```

```

begin
  stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].NLap_3-1);
  Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
  Text_N:=IntToStr(Element[cElm].NLap_3);

  with Img_DETAIL do
    begin
      Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_PB, Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D
div 2);
      Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b+Xtext+15,
Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D div 2);
      Canvas.TextOut(X0+300+ratElement_b+XText,
Y0+ratElement_PB+rat_Jmin+rat_D ,
Text_N+'D - '+Text_D);
    end;

    for cx:=0 to Element[cElm].NLap_3-2 do
      begin
        Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
        Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside),
Y0+ratElement_PB+rat_Jmin,
X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
Y0+ratElement_PB+rat_D+rat_Jmin);

        end;
        Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB-rat_D,
Y0+ratElement_PB+rat_Jmin,
X0+300+(ratElement_b-
2*ratElement_PB)+ratElement_PB,
Y0+ratElement_PB+rat_D+rat_Jmin);
        Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

      end;
    end;//Ntc

    //draw tulangan bawah lapis1

    if Element[cElm].Ntc='' then
      begin
        Y_bawah:=Y0+ratElement_h-ratElement_PB-2;
        stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].N_Bawah-1);
        Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
        Text_N:=IntToStr(Element[cElm].N_Bawah);
        Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

        with Img_DETAIL do
          begin
            Canvas.MoveTo(X0+ratElement_PB, Y_bawah-rat_D div 2);
            Canvas.LineTo(X0+ratElement_b+Xtext+15, Y_bawah-rat_D div 2);
            Canvas.TextOut(X0+ratElement_b+XText,
Y_bawah,
Text_N+'D - '+Text_D);
          end;

          for cx:=0 to Element[cElm].N_bawah-2 do
            begin
              Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
              Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_PB+(cx*stepside),

```

```

        Y_bawah,
        X0+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
        Y_bawah-rat_D);
end;
Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_b-ratElement_PB-rat_D-1,
        Y_bawah,
        X0+ratElement_b-ratElement_PB-1,
        Y_bawah-rat_D);
Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

//draw tulangan bawah lapis2
if Element[cElm].N_bawah1 > 0 then
begin
    Y_bawah:=Y0+ratElement_h-ratElement_PB-rat_Jmin-rat_D;
    stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].N_Bawah1-1);
    Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
    Text_N:=IntToStr(Element[cElm].N_Bawah1);
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

    with Img_DETAIL do
    begin
        Canvas.MoveTo(X0+ratElement_PB, Y_bawah+rat_D div 2);
        Canvas.LineTo(X0+ratElement_b+Xtext+15, Y_bawah+rat_D div 2);
        Canvas.TextOut(X0+ratElement_b+Xtext,
            Y_bawah-2*rat_D,
            Text_N+'D - '+Text_D);
    end;

    for cx:=0 to Element[cElm].N_bawah1-2 do
    begin
        Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
        Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_PB+(cx*stepside),
            Y_bawah,
            X0+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
            Y_bawah+rat_D);

        end;
        Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_b-ratElement_PB-rat_D,
            Y_bawah,
            X0+ratElement_b-ratElement_PB,
            Y_bawah+rat_D);
        Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

    end;
end;//Ntc

//draw tulangan bawah lapis 1 pada daerah lapangan
if Element[cElm].Ntc='' then
begin
    Y_bawah:=Y0+ratElement_h-ratElement_PB-2;
    stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].NLap_1-1);
    Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
    Text_N:=IntToStr(Element[cElm].NLap_1);
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

    with Img_DETAIL do
    begin

```

```

Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_PB, Y_bawah-rat_D div 2);
Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b+Xtext+15, Y_bawah-rat_D div 2);
Canvas.TextOut(X0+300+ratElement_b+XText,
               Y_Bawah,
               Text_N+'D - '+Text_D);
end;
for cx:=0 to Element[cElm].NLap_1-2 do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside),
                            Y_bawah,
                            X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
                            Y_bawah-rat_D);

  end;
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_b-ratElement_PB-rat_D-1,
                            Y_bawah,
                            X0+300+ratElement_b-ratElement_PB-1,
                            Y_bawah-rat_D);
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

if Element[cElm].NLap_2 > 0 then
begin
  Y_bawah:=Y0+ratElement_h-ratElement_PB-rat_Jmin-rat_D;
  stepside:=(ratElement_b-(2*ratElement_PB)-rat_D) div
(Element[cElm].NLap_2-1);
  Text_D:=FloatToStr(Element[cElm].D);
  Text_N:=IntToStr(Element[cElm].NLap_2);
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

  with Img_DETAIL do
  begin
    Canvas.MoveTo(X0+300+ratElement_PB, Y_bawah+rat_D div 2);
    Canvas.LineTo(X0+300+ratElement_b+Xtext+15, Y_bawah+rat_D div 2);
    Canvas.TextOut(X0+300+ratElement_b+XText,
                  Y_Bawah-2*rat_D,
                  Text_N+'D - '+Text_D);

    end;

  for cx:=0 to Element[cElm].NLap_2-2 do
  begin
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside),
                              Y_bawah,
                              X0+300+ratElement_PB+(cx*stepside)+rat_D,
                              Y_bawah+rat_D);

    end;
    Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_b-ratElement_PB-rat_D,
                              Y_bawah,
                              X0+300+ratElement_b-ratElement_PB,
                              Y_bawah+rat_D);
    Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

  end;
end; //Ntc}

if Element[cElm].Ntc='' then
if ntb-1 >0 then
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Pen.Width:=1;
  stepside:=ratElement_h div ntb;

```

```

for cx:=1 to (ntb-1) do
begin
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+ratElement_PB,
    Y0+cx*Stepside,
    X0+ratElement_PB+rat_D,
    Y0+rat_D+cx*Stepside);
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+90-ratElement_PB-rat_D,
    Y0+cx*Stepside,
    X0+90-ratElement_PB,
    Y0+rat_D+cx*Stepside);
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+ratElement_PB,
    Y0+(cx*stepside),
    X0+300+ratElement_PB+rat_D,
    Y0+rat_D+(cx*stepside));
  Img_DETAIL.Canvas.Ellipse(X0+300+90-ratElement_PB-rat_D,
    Y0+(cx*stepside),
    X0+300+90-ratElement_PB,
    Y0+rat_D+(cx*stepside));
  Img_DETAIL.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
end;
end;
end; // if N_atas>0 and N_bawah >0
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_CANCELClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_JOINTS;
end;

procedure TForm_READER.TbSht_GRAPHEnter(Sender: TObject);
begin
  LsBox_ELGRAPHClick(Sender);
end;

procedure TForm_READER.SptBtn_PRINT2Click(Sender: TObject);
Var st,Text:String;
    cElm,cx:word;

begin
  cElm:=StrToInt(LsBox_ELGRAPH.Items.Strings[LsBox_ELGRAPH.ItemIndex]);
  Text:=IntToStr(cElm);

  with Printer do
  begin
    //Canvas.Brush.Style:=BsClear;
    Orientation:=poPortrait;
    Title:='EPICENTRUM - Output of Beam Design';
    BeginDoc;
    Canvas.Brush.Color:=clWhite;
    Canvas.Font.Name:='Arial';
    Canvas.Font.Size:=12;
    Canvas.TextOut(200,300,'Beam Reinforcing ');
    Canvas.Font.Size:=8;
    Canvas.Font.Name:='Courier New';
    Canvas.TextOut(200,360,Lbl_FILEHND.Caption);
    Canvas.Font.Name:='Arial';
    Canvas.Font.Size:=10;
    Canvas.TextOut(200,400,'Element '+Text);
  end;
end;

```

```

StretchBlt(Canvas.Handle,
            200,440,Img_DETAIL.Width*2,Img_DETAIL.Height*2,
            Img_DETAIL.Canvas.Handle,
            5,5,Img_DETAIL.Width-8,Img_DETAIL.Height-8,
            SRCCOPY);

EndDoc;

end;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_ExeColClick(Sender: TObject);
var  loop,dx,cx,oElm,ElmF,
     sElm_ENDI,sElm_ENDJ,
     oElm_ENDI,oElm_ENDJ,Level           : Integer;
o    Check1,Check2,Check3,Check4,
     Check5,Check6                       : Boolean;
     a_Above,a_Below                     : Array [1..2] of Single;

     Rv,Ng,Mumax,Numax,
     Mux_A,Mux_B,Muy_A,Muy_B,
     M1,M2,wd,she,
     Ln_L,Ln_R,hn_L,hn_R,
     Nmax,Nu1,Nu2,Nu3,Nu4,NuPakai       : Single;
begin
Screen.Cursor:=crHourGlass;

if not BeamCalc then
begin
Application.MessageBox('Design Beam Element First!','WARNING',0);
PageControl.ActivePage:=TBSht_BEDES;
Screen.Cursor:=crDefault;
Exit;
end;

for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
sElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
if Element[sElm].Eset=[Colomn] then
if (Element[sElm].fc=0) or
   (Element[sElm].fy=0) or
   (Element[sElm].pb=0) or
   (Element[sElm].Ds=0) or
   (Element[sElm].b=0) or
   (Element[sElm].h=0) or
   (Element[sElm].D=0) then
begin
Application.MessageBox('Assign All Elements First!','ERROR',0);
Screen.Cursor:=crDefault;
Exit;
end;
end;

for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
sElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);

if Element[sElm].Eset=[Colomn] then

```



```

begin
  if (Element[sElm].FC < 20) or (Element[sElm].FC > 85) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_FC.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].FY < 120) or (Element[sElm].FY > 800) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_FY.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].PB < 20) or (Element[sElm].PB > 80) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_PB.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].DS < 10) or (Element[sElm].DS > 16) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_DS.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].b < 250) or (Element[sElm].b > 1000) then
    begin
      Application.MessageBox(' Width Value < 250 mm','WARNING',0);
      edit_C_b.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].h < 250) or (Element[sElm].h > 1000) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_h.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  if (Element[sElm].D < 14) or (Element[sElm].D > 36) then
    begin
      Application.MessageBox(' Value out of range','WARNING',0);
      edit_C_D.SetFocus;
      Screen.Cursor:=crDefault;
      Exit;
    end;
  end;
end;

for dx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
  begin
    sElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,dx]);
    if Element[sElm].ESet=[Colomn] then
      begin

```



```

if (oElm_ENDJ = sElm_ENDI) then
  if oElm<> sElm then
    if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
      begin
        bElmLB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
        Check4:=True;
      end;
    if (oElm_ENDI = sElm_ENDJ) then
      if oElm<> sElm then
        if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
          begin
            bElmRA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
            Check5:=True;
          end;
        if (oElm_ENDI = sElm_ENDI) then
          if oElm<> sElm then
            if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
              begin
                bElmRB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
                Check6:=True;
              end;
            end ;

//Define Beam Forces
if bElmLA=0 then Element[bElmLA].MnPos:=0;
if bElmLB=0 then Element[bElmLB].MnPos:=0;
if bElmRA=0 then Element[bElmRA].MnNeg:=0;
if bElmRB=0 then Element[bElmRB].MnNeg:=0;

//Calculate alfa value
if oElmE=0 then a_Above[1]:=1
else a_Above[1]:=abs(Element[oElmB].MeqA) /
              (abs(Element[oElmB].MeqA) + abs(Element[sElm].MeqB));

if oElmA=0 then a_Above[2]:=1
else a_Above[2]:=Abs(Element[sElm].MeqA) /
              (Abs(Element[sElm].MeqA) + Abs(Element[oElmA].MeqB));

a_Below[2]:=1-a_Above[1];

//Element value
hn_L:=Element[sElm].Length - Element[bElmLA].h/1000;
hn_R:=Element[sElm].Length - Element[bElmRA].h/1000;

if hn_L=0 then hn_L:=hn_R;

if Check1 and Check2 then wd:=1.3
else wd:=1;

if Element[sElm].Fy >= 400 then she:=1.4
else she:=1.25;

//Find current element moment
if oElmB<>0 then
  if (bElmLA<>0) and (bElmRA<>0) then
    begin
      Mux_A := Abs(

```

```

0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRB].h/1000-0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRA].Length/(Element[bElmRA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRA].MnPos +
Element[bElmLA].Length/(Element[bElmLA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLA].MnNeg );
Mux_B := Abs(
0.7 * wd * she * a_Below[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRB].h/1000-0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRB].Length/(Element[bElmRB].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRB].MnPos +
Element[bElmLB].Length/(Element[bElmLB].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLB].MnNeg );

end
else
begin
if bElmLA=0 then
begin
Mux_A := Abs(
0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRB].h/1000-0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRA].Length/(Element[bElmRA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRA].MnNeg );
Mux_B := Abs(
0.7 * wd * she * a_Below[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRB].h/1000-0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRB].Length/(Element[bElmRB].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRB].MnNeg );

end;
if bElmRA=0 then
begin
Mux_A := Abs(
0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmLB].h/1000-0.5*Element[bElmLA].h/1000)*
(
Element[bElmLA].Length/(Element[bElmLA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLA].MnNeg );
Mux_B := Abs(
0.7 * wd * she * a_Below[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmLB].h/1000-0.5*Element[bElmLA].h/1000)*
(
Element[bElmLB].Length/(Element[bElmLB].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLB].MnNeg );

end

end
end

```

```

else
begin
Mux_B := Abs( Element[sElm].MecB);
if (bElmLA<>0) and (bElmRA<>0) then
begin
Mux_A := Abs(
0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRB].h/1000-0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRA].Length/(Element[bElmRA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRA].MnPos +

Element[bElmLA].Length/(Element[bElmLA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLA].MnNeg);
end
else
if bElmLA=0 then
Mux_A := Abs(
0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmRA].h/1000)*
(
Element[bElmRA].Length/(Element[bElmRA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmRA].MnNeg );
if bElmRA=0 then
Mux_A := Abs(
0.7 * wd * she * a_Above[2]*
Element[sElm].Length/(Element[sElm].Length -
0.5*Element[bElmLA].h/1000)*
(
Element[bElmLA].Length/(Element[bElmLA].Length-
Element[sElm].h/1000)*Element[bElmLA].MnNeg );
end;

Element[sElm].Mu_A:=Mux_A;
Element[sElm].Mu_B:=Mux_B;

//////////MomentTN----->maximum kolom
Element[sElm].MomentTN:=1.05*(Element[sElm].MD+Element[sElm].ML+
4/(StrToFloat(Edit_Kvalue.Text))*Element[sElm].ME);

//Define Mux
if Mux_A > Mux_B then
begin
ColumnForces_Mux:=Mux_A;
if ColumnForces_Mux > Element[sElm].MomentTN then
ColumnForces_Mux:= Element[sElm].MomentTN;
end
else
begin
ColumnForces_Mux:=Mux_B;
if ColumnForces_Mux > Element[sElm].MomentTN then
ColumnForces_Mux:= Element[sElm].MomentTN;
end;

Element[sElm].MomentL:=abs(ColumnForces_Mux);
if Element[sElm].MomentL <=0 then Element[sElm].Ntc:='ERROR!'
else Element[sElm].Ntc:='';

```

```

Rv:=1;
Ng:=Element[sElm].ND+Element[sElm].NL;

if (oElmB = 0) then
begin
if (bElmLA <> 0) and (bElmRA <> 0) then
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
((Element[bElmLA].MnPos+Element[bElmLA].MnNeg)/Element[bElmLA].Length-
(Element[bElmRA].MnPos+Element[bElmRA].MnNeg)/Element[bElmRA].Length)
else
begin
if bElmLA=0 then
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*
(Element[bElmRA].MnPos+Element[bElmRA].MnNeg)/Element[bElmRA].Length;
if bElmRA=0 then
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*
(Element[bElmLA].MnPos+Element[bElmLA].MnNeg)/Element[bElmLA].Length;
end;
end
else
begin
if (bElmLA<>0) and (bElmRA<>0) then
begin
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
((Element[bElmLA].MnPos+Element[bElmLA].MnNeg)/Element[bElmLA].Length-
(Element[bElmRA].MnPos+Element[bElmRA].MnNeg)/Element[bElmRA].Length);
Nu2:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
((Element[bElmLB].MnPos+Element[bElmLB].MnNeg)/Element[bElmLB].Length-
(Element[bElmRB].MnPos+Element[bElmRB].MnNeg)/Element[bElmRB].Length)
end
else
if bElmLA=0 then
begin
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
(Element[bElmRA].MnPos+Element[bElmRA].MnNeg)/Element[bElmRA].Length;
Nu2:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
(Element[bElmRB].MnPos+Element[bElmRB].MnNeg)/Element[bElmRB].Length;
end
else
begin
Nu1:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
(Element[bElmLA].MnPos+Element[bElmLA].MnNeg)/Element[bElmLA].Length;
Nu2:=1.05*Ng +
(0.7*she*Rv)*abs
(Element[bElmLB].MnPos+Element[bElmLB].MnNeg)/Element[bElmLB].Length;
end
end;

Nmax:=1.05*(Element[sElm].ND+Element[sElm].NL+
4/(StrToFloat(Edit_Kvalue.Text))*Element[sElm].NE);

if Nu1>Nu2 then NuPakai:=Nu1

```

```

else NuPakai:=Nu2;
  if Nu3>Nupakai then NuPakai:=Nu3;
    if Nu4>Nupakai then NuPakai:=Nu4;

if Nmax<>0 then
  if NuPakai>Nmax then
    NuPakai:=Nmax;

Element[sElm].Nu:=NuPakai;

  end;
end;

if CollectInputCol then ExecuteColumnDesign;
ClickExeC:=True;
end;

procedure TForm_READER.ExecuteColumnDesign;
var AsPerlu,
    she,
    x,y,m,
    Jmin,J,Mu,Nu,n,
    Vs1,Vs2,Vc,S1,S2,
    L01,L0,i,e0,e1,Vmax,rho,Beam_h,Divider :Single;
    sElm,cx,dx,t,r,n1,n2,
    sElm_ENDI,sElm_ENDJ,oElm_ENDI,
    oElm_ENDJ,oElm           :Integer;
    Notice                   :String;
    check1,check2,check3,
    check4,check5,check6    :Boolean;

function LDivider(l:byte):string;
var cx:byte;
    st:string;
begin
  st:='';
  for cx:=1 to l do st:=st+'-';
  LDivider:=st;
end;
{CurRow:=1;
 ColMemo.Lines.Clear;
 ColMemo.Lines.Add(Lbl_FILEHND.Caption);
 ColMemo.Lines.Add(LDivider(109));
 ColMemo.Lines.Add('| Elt. | Section | Pu | Mu | rho | As | Used |
 Inside Plastic-Hinge Zone |
 }

begin
Screen.Cursor:=crHourGlass;
Gaugel.Progress:=0;
for dx:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do

if ListBox_Column.Selected[dx] then
begin
sElm:=StrToInt(ListBox_column.Items.Strings[dx]);
if Element[sElm].Eset=[COLOMN] then
begin

    Check1:=False;

```

```

Check2:=False;
Check3:=False;
Check4:=False;
Check5:=False;
Check6:=False;

//Check validity of sElm and Find Joint I and J of sElm
for cx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
if sElm = StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]) then
begin
sElm_EndI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx]);
sElm_EndJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx]);
end;
end;

//Find element above,below and beside sElm
oElmB:=0;
oElmA:=0;
bElmLA:=0;
bElmLB:=0;
bElmRA:=0;
bElmRB:=0;
for cx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
oElm :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
oElm_EndI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx]);
oElm_EndJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx]);
if (oElm_EndI = sElm_EndI) or (oElm_EndJ = sElm_EndI) then
if oElm <> sElm then
if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then
begin
oElmB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
Check1:=True;
end;
if (oElm_EndI = sElm_EndJ) or (oElm_EndJ = sElm_EndJ) then
if oElm <> sElm then
if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then
begin
oElmA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
Check2:=True;
end;
if (oElm_EndJ = sElm_EndJ) then
if oElm<> sElm then
if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
begin
bElmLA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
Check3:=True;
end;
if (oElm_EndJ = sElm_EndI) then
if oElm<> sElm then
if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
begin
bElmLB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
Check4:=True;
end;
if (oElm_EndI = sElm_EndJ) then
if oElm<> sElm then
if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
begin

```



```

        bElmRA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
        Check5:=True;
    end;
    if (oElm_ENDI = sElm_ENDI) then
        if oElm<> sElm then
            if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                begin
                    bElmRB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
                    Check6:=True;
                end;
            end;
        end ;

if Element[sElm].fc <= 30 then
    begin
        b1:=0.85;
    end
    else
        begin
            b1:=0.85-0.008*(Element[sElm].fc-30);
            if b1<0.65 then b1:=0.65
        end;

if Element[sElm].fy<400 then she:=1.25
else she:=1.4;
n1:=round(Element[sElm].h/b1);
d_aksen:=Element[sElm].pb+Element[sElm].Ds+0.5*Element[sElm].D;
d:=Element[sElm].h-d_aksen;
cb:=600/(600+Element[sElm].fy)*d;
ab:=b1*cb;
e1:=Element[sElm].fy/200000;

for r:=100 to (StrToInt(Edit_Rhox.text)*100) do
    begin
        for t:=1 to round(n1/0.5) do
            begin
                //
                i:=t*0.5;
                AsPerlu:=(r/2*1e-4)*Element[sElm].b*d;
                n:=Trunc(AsPerlu/(0.25*pi*sqr(Element[sElm].D)))+1;
                if n<2 then n:=2;
                AsPerlu:=n*0.25*pi*sqr(Element[sElm].D);

                fs_aksen :=600*(cb-d_aksen)/cb;

                if fs_aksen > Element[sElm].fy then fs_aksen:= Element[sElm].fy;
                Pnb:=(0.85*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*ab+
                AsPerlu*(fs_aksen-0.85*Element[sElm].fc)-
                AsPerlu*Element[sElm].fy)/1000;
                Mnb:=(0.85*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*ab*(Element[sElm].h/2-
                a/2)+
                AsPerlu*(fs_aksen-0.85*Element[sElm].fc)*(Element[sElm].h/2-
                d_aksen)+
                AsPerlu*Element[sElm].fy*(d-Element[sElm].h/2))/1e6;
                eb:=Mnb*1000/Pnb;
                PAgfc:=(0.1*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*Element[sElm].h)/1000;

                if PAgfc > (0.65* Pnb) then Divider:=0.65*Pnb
                else Divider:=PAgfc;
            end;
        end;
    end;

```

```

a:=b1*i;
es:=0.003*(d-i)/i;
ess:=0.003*(i-d_aksen)/i;
Cc:=0.85*Element[sElm].fc*a*Element[sElm].b;
if ess >= el then
  Cs:=Asperlu*(Element[sElm].fy-0.85*Element[sElm].fc)
else
  if ess > -el then
    begin
      if ess > 0 then Cs:=Asperlu*(ess*200000-0.85*Element[sElm].fc)
      else Cs:=Asperlu*ess*200000
    end
  else Cs:=Asperlu*-Element[sElm].fy;
if es >= el then Ts:=Asperlu*Element[sElm].fy
else
  begin
    if es > -el then
      begin
        if es > 0 then Ts:=Asperlu*es*200000
        else Ts:=Asperlu*(es*200000+0.85*Element[sElm].fc)
      end
    else Ts:=Asperlu*(-Element[sElm].fy+0.85*Element[sElm].fc);
  end;
Pnpakai:=(Cc+Cs-Ts)*1e-3;
Mnpakai:=(Cc*(Element[sElm].h-a)/2+Cs*(Element[sElm].h/2-d_aksen)+
  Ts*(d-Element[sElm].h/2))*1e-6;
if 0.65*Pnpakai < Divider then
  Reduction:=(0.8 - (0.2*0.65*Pnpakai)/Divider)
else Reduction:=0.65;

if Reduction < 0.65 then Reduction:=0.65;
if Reduction > 0.8 then Reduction:=0.8;

e0 :=abs(Mnpakai/Pnpakai)*1000;
e1 :=abs(Element[sElm].MomentL/Element[sElm].Nu)*1000;

if (Pnpakai*Reduction>=Element[sElm].Nu) and
  (Mnpakai*Reduction>=Element[sElm].MomentL) then break;

end;// for....
if (Pnpakai*Reduction>=Element[sElm].Nu) and
  (Mnpakai*Reduction>=Element[sElm].MomentL) then break;

end;

c:=i;
rho:=r*1e-2;
////////// MnPos---> Aksial Kolom,MnNeg-----> Momen kolom
Element[sElm].MnPos:=Reduction*Pnpakai;
Element[sElm].MnNeg:=Reduction*Mnpakai;
Element[sElm].cm:=r*1e-2;

AsPerlu:=rho/100*Element[sElm].b*d;
AsPakai:=2*n*0.25*pi*sqr(Element[sElm].D);

Element[sElm].N_atas:=round(n);
Element[sElm].N_bawah:=0;

```

```

if (1.5*Element[sElm].D) > 40 then Jmin:=1.5*Element[sElm].D
else Jmin:=40;

Element[sElm].S_outside:=0;
J:=(Element[sElm].b-2*Element[sElm].pb-2*Element[sElm].Ds-
n*Element[sElm].D)/(n-1);

if J<Jmin then
begin
Element[sElm].N_bawah:=Trunc(n/2);
Element[sElm].N_atas:=Round(n)-Element[sElm].N_bawah;
J:=(Element[sElm].b-2*Element[sElm].pb-2*
Element[sElm].Ds-Element[sElm].N_atas*Element[sElm].D)/
(Element[sElm].N_atas-1);
if J<Jmin then
begin
Element[sElm].S_outside:=1;
end;
end;

PnMax1:=0.65*0.8*(0.85*Element[sElm].fc*(Element[sElm].b*
Element[sElm].h-AsPakai)+AsPakai*Element[sElm].fy)/1000;
if e0 < eb then Notice:='Compression Failure'
else Notice:='Tension Failure';

//Shear Design
if (oElmA=0) or (oElmB=0) then
begin
if oElmB=0 then
begin
if bElmRA=0 then

ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmLA].h/1000)
else

ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmRA].h/1000);

end;
if oElmA=0 then
begin
if bElmRB=0 then
ColumnForces_Vu:=(2*she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmLB].h/1000)
else ColumnForces_Vu:=(2*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmRB].h/1000)

end;
end
else
if bElmRA=0 then
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+Element[sElm].Mu_B)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmLA].h/1000)
else
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+Element[sElm].Mu_B)/
(Element[sElm].Length-Element[bElmRA].h/1000);

Vmax:=1.05*(Element[sElm].VD+Element[sElm].VL+
4/StrToFloat(Edit_Kvalue.text)*Element[sElm].VE);

```

```

if ColumnForces_Vu>Vmax then
    ColumnForces_Vu:=Vmax;

Vc:=(1+Element[sElm].Nu*1000/(14*Element[sElm].b*Element[sElm].h))*
    (sqrt(Element[sElm].fc)/6*Element[sElm].b*d)/1000;
if (oElmb=0) or (oElmA=0) then
S1:=0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/
    (ColumnForces_Vu*1000/0.6)
else S1:=0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/
    ((ColumnForces_Vu/0.6-Vc)*1000);
S2:=0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/
    ((ColumnForces_Vu/0.6-Vc)*1000);
    if S2<0 then S2:=200;
    if S1<0 then S2:=100;

if S1 <> 0 then
    begin
        if abs(S1) > (0.25*Element[sElm].b) then
            S1:=(0.25*Element[sElm].b);
            if abs(S1) > (8*Element[sElm].D) then
                S1:=(8*Element[sElm].D);
                if abs(S1) > 100 then
                    S1:=100;
            end
        else S1:=0;

if S2<>0 then
    begin
        if abs(S2) > (0.5*Element[sElm].b) then
            S2:=(0.5*Element[sElm].b);
            if abs(S2) > 200 then
                S2:=200;
        end
    else S2:=0;

Element[sElm].S1:=(trunc(abs(S1)/5))*5;
Element[sElm].S2:=(trunc(abs(S2)/5))*5;
if PnPakai<0.3*Element[sElm].B*Element[sElm].H*Element[sElm].fc/1000 then
    L01:=Element[sElm].H
else L01:=1.5*Element[sElm].H;
if Element[sElm].Length*1000/6 > L01 then
    begin
        if Element[sElm].Length*1000/6 > 450 then
            L0:=Element[sElm].Length*1000/6 else L0:=450
        end
    else
        begin
            if L01 > 450 then L0:=L01 else L0:=450;
        end;

Element[sElm].L0:=L0;

Gauge1.Visible:=True;
Label_please.Visible:=True;
Gauge1.AddProgress(Round(100/ListBox_Column.Selcount));
Application.ProcessMessages;
end;
end;

```

```

ListBox_CG.Items.Clear;
for dx:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do
  if ListBox_Column.Selected[dx] then
    begin
      ListBox_CG.Items.Add(ListBox_Column.Items.Strings[dx]);
    end;

ListBox_DI.Items.Clear;
for dx:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do
  if ListBox_Column.Selected[dx] then
    begin
      ListBox_DI.Items.Add(ListBox_Column.Items.Strings[dx]);
    end;

ListBox_CD.Items.Clear;
for dx:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do
  if ListBox_Column.Selected[dx] then
    begin
      ListBox_CD.Items.Add(ListBox_Column.Items.Strings[dx]);
    end;

Screen.Cursor:=crDefault;
Gaugel.Visible:=False;
Label_please.Visible:=False;
Application.MessageBox('Calculation Done','Information',0);

end;//procedure ColumnExe

procedure TForm_READER.SpBtn_BackCODESClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_CODES;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_NextCOLGraphClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_DI;
  ScrollBox_DI.HorzScrollBar.Position:=Height;
  ScrollBox_DI.VertScrollBar.Position:=Width;
  ListBox_DI.SetFocus;

end;

procedure TForm_READER.SpBtn_PrintCOClick(Sender: TObject);
var X0,Y0,SY,i :Integer;
begin
  X0:=200;
  Y0:=300;
  SY:=60;

  with Printer do
    begin
      BeginDoc;
      Canvas.Font.Style:=[];
      Canvas.Font.Size:=12;
      Canvas.Font.Name:='Arial';
      Canvas.TextOut(X0,Y0,'Column Design');
      Canvas.Font.Name:='Courier New';
      Canvas.Font.Size:=10;
      Canvas.TextOut(X0,Y0+60,Lbl_FILEHND.Caption);
    end;
end;

```

```

Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.TextOut(X0,Y0+120,'Element '+IntToStr(sElm));
Canvas.TextOut(X0,Y0+150+sy*1,'Concrete Strength ( fc )');
Canvas.TextOut(X0,Y0+150+sy*2,'Steel Yield Stress ( fy )');
Canvas.TextOut(X0,Y0+150+sy*3,'Bar Diameter ( D )');
Canvas.TextOut(X0,Y0+150+sy*4,'Req.Reinforcement Ratio');
  for i:=1 to 4 do
    begin
      Canvas.TextOut(X0+500,Y0+150+sy*i,'=');
    end;
Canvas.TextOut(X0+550,Y0+150+sy*1,Label_fc.Caption);
Canvas.TextOut(X0+550,Y0+150+sy*2,Label_fy.Caption);
Canvas.TextOut(X0+550,Y0+150+sy*3,Label_d.Caption);
Canvas.TextOut(X0+550,Y0+150+sy*4,Label_rho.Caption);

Canvas.TextOut(X0+650,Y0+150+sy*1,'Mpa');
Canvas.TextOut(X0+650,Y0+150+sy*2,'MPa');
Canvas.TextOut(X0+650,Y0+150+sy*3,'mm');
Canvas.TextOut(X0+650,Y0+150+sy*4,'%');

Canvas.Font.Name:='Courier New';
Canvas.TextOut(X0+530,Y0+500,'Calculation Result');
Canvas.MoveTo(X0,Y0+500+17);
Canvas.LineTo(X0+500,Y0+500+17);
Canvas.MoveTo(X0+1000,Y0+500+17);
Canvas.LineTo(X0+1550,Y0+500+17);

Canvas.Font.Style:=[fsItalic];
Canvas.TextOut(x0,Y0+500+sy*1,Label_note.Caption);
Canvas.Font.Style:=[];
Canvas.Font.Name:='Symbol';
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*2,'b1');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*3,'f');
Canvas.Font.Name:='Courier New';
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*4,'C');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*5,'Cb');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*6,'Pu');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*7,'Mu');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*8,'Pu-used');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*9,'Mu-used');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*10,'e');
Canvas.TextOut(X0,Y0+500+sy*11,'Pu-Max');
  for i:=2 to 11 do
    begin
      Canvas.TextOut(X0+200,Y0+500+sy*i,'=');
    end;

Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*2,Label_b1.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*3,Label_she.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*4,Label_c.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*5,Label_cb.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*6,Label_Pumax.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*7,Label_Mumax.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*8,Label_Pnmax.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*9,Label_Mnmax.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*10,Label_e0.Caption);
Canvas.TextOut(X0+240,Y0+500+sy*11,Label_Pnmax1.Caption);

Canvas.TextOut(X0+500,Y0+500+sy*4,'mm');
Canvas.TextOut(X0+500,Y0+500+sy*5,'mm');

```

```

Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*6, 'kN');
Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*7, 'kNm');
Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*8, 'kN');
Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*9, 'kNm');
Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*10, 'mm');
Canvas.TextOut (X0+500, Y0+500+sy*11, 'kN');

Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*2, 'Ast-req. ');
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*3, 'Ast-used ');
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*4, 'As ');
Canvas.Font.Style:=[fsItalic];
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*5, 'Outside Plastic-Hinge Area');
Canvas.Font.Style:=[];
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*6, 'Vu');
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*7, 'Vc');
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*8, 'Vs');
Canvas.Font.Style:=[fsItalic];
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*9, 'Inside Plastic-Hinge Area');
Canvas.Font.Style:=[];
Canvas.TextOut (X0+650, Y0+500+sy*10, 'Vs');

for i:=2 to 10 do
begin
if (i<>5) and (i<>9) then
Canvas.TextOut (X0+870, Y0+500+sy*i, '=');
end;

Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*2, Label_Aasperlu.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*3, Label_Aspakai.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*4, Label_tulangan.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*6, Label_Vu.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*7, Label_vc.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*8, Label_vs2.Caption);
Canvas.TextOut (X0+920, Y0+500+sy*10, Label_Vs1.Caption);

Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*2, 'mm2');
Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*3, 'mm2');
Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*6, 'kN');
Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*7, 'kN');
Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*8, '=');
Canvas.TextOut (X0+1250, Y0+500+sy*10, '=');

Canvas.TextOut (X0+1260, Y0+500+sy*8, Label_vs22.Caption);
Canvas.TextOut (X0+1260, Y0+500+sy*10, Label_vs11.Caption);

Canvas.TextOut (X0+1520, Y0+500+sy*8, 'kN');
Canvas.TextOut (X0+1520, Y0+500+sy*10, 'kN');

EndDoc;
end;

//Ngeprint ColumnOut
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_CODESClick(Sender: TObject);
begin
  ScrollBox_CG.HorzScrollBar.Position:=0;
  ScrollBox_CG.VertScrollBar.Position:=0;
  PageControl.ActivePage:=TbSht_ColumnGraph;

```

```

    ScrollBox_CG.HorzScrollBar.Position:=0;
    ScrollBox_CG.VertScrollBar.Position:=0;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_BackColoutClick(Sender: TObject);
begin
    PageControl.ActivePage:=TbSht_ColumnOut;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_PrintDIClick(Sender: TObject);
begin
    with printer do
    begin
        BeginDoc;
        Image_DI.Canvas.Refresh;
        StretchBlt(Canvas.Handle,
            200,400,Image_DI.Width*3,Image_DI.Height*3,
            Image_DI.Canvas.Handle,
            5,5,Image_DI.Width-8,Image_DI.Height-8,
            SRCCOPY);

        EndDoc;
    end;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_gbKolomnextClick(Sender: TObject);
begin
    PageControl.ActivePage:=TbSht_Codes;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_gbKolomback3Click(Sender: TObject);
begin
    PageControl.ActivePage:=TbSht_DI;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_GbkolomPrintClick(Sender: TObject);
begin
    with printer do
    begin
        BeginDoc;
        Canvas.Brush.Color:=clWhite;
        Canvas.Font.Name:='Arial';
        Canvas.Font.Size:=12;
        Canvas.TextOut(200,300,'Column Reinforcing ');
        Canvas.Font.Size:=8;
        Canvas.Font.Name:='Courier New';
        Canvas.TextOut(200,360,Lbl_FILEHND.Caption);
        Canvas.Font.Name:='Arial';
        Canvas.Font.Size:=10;
        Canvas.TextOut(200,400,'Element '+IntToStr(sElm));
        Img_Kolom.Canvas.Refresh;
        StretchBlt(Canvas.Handle,
            200,500,Img_Kolom.Width*2,Img_Kolom.Height*2,
            Img_Kolom.Canvas.Handle,
            5,70,Img_Kolom.Width-8,Img_Kolom.Height-30,
            SRCCOPY);

        EndDoc;
    end;
end;

```



```

procedure TForm_READER.SpBtn_AssuClick(Sender: TObject);
var   cElm,c,cx,
      Code_b,Code_h,Code_D,Code_Ds,
      Code_pb,Code_fy,Code_fc,Code_cm      :Integer;
      st                                     :String;
begin
  for c:=0 to LstBox_ELEMENT.Items.Count-1 do
    if LstBox_Element.Selected[c] then
      begin
        cElm:=StrToInt(LstBox_Element.Items.Strings[c]);
        val(Edit_C_b.text,cx,Code_b);
        val(Edit_C_h.text,cx,Code_h);
        val(Edit_C_D.text,cx,Code_D);
        val(Edit_C_Ds.text,cx,Code_Ds);
        val(Edit_C_pb.text,cx,Code_pb);
        val(Edit_C_fy.text,cx,Code_fy);
        val(Edit_C_fc.text,cx,Code_fc);
        val(Edit_cm.text,cx,Code_cm);

        if (Code_b=0) and
           (Code_h=0) and
           (Code_D=0) and
           (Code_Ds=0) and
           (Code_pb=0) and
           (Code_fc=0) and
           (Code_fy=0) and
           (Code_cm=0) then
          begin
            Element[cElm].b :=StrToFloat(Edit_b.text);
            Element[cElm].h :=StrToFloat(Edit_h.text);
            Element[cElm].D :=StrToFloat(Edit_D.text);
            Element[cElm].Ds:=StrToFloat(Edit_Ds.text);
            Element[cElm].pb:=StrToFloat(Edit_pb.text);
            Element[cElm].Fy:=StrToFloat(Edit_fy.text);
            Element[cElm].fc:=StrToFloat(Edit_fc.text);
            Element[cElm].fys:=StrToFloat(Edit_fys.text);
            Element[cElm].cm:=StrToFloat(Edit_cm.text);
          end
        else
          begin
            Application.MessageBox('Invalid Input Value!!!','ERROR',0);
            Exit;
          end;
        end;
        SpBtn_EXE.Enabled:=True;
      end;
  end;

procedure TForm_READER.LstBox_ELEMENTKeyDown(Sender: TObject;
  var Key: Word; Shift: TShiftState);
var cx:byte;
begin
  if (Key=$41)and(Shift=[ssCtrl]) then
    begin
      for cx:=0 to LstBox_Element.Items.Count-1 do
        LstBox_Element.Selected[cx]:=True;
      end;
    end;
end;

```

```

procedure TForm_READER.SB_OpenClick(Sender: TObject);
begin
  OpenMenuClick(Sender);
end;

procedure TForm_READER.SB_FDClick(Sender: TObject);
var st,i :Integer;
begin

  if SelectFile<>' then
  begin
    ListBox_Moment.Items.Clear;
    for i:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
      begin
        st:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,i]);
        ListBox_Moment.Items.Add(IntToStr(st));
      end;
    ListBox_Moment.ItemIndex:=0;
  end;

  PageControl.ActivePage:=TBSht_JOINTS;
end;

procedure TForm_READER.SB_FFClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_FORCES;
end;

procedure TForm_READER.SB_BDClick(Sender: TObject);
begin
  if SelectFile<>' then
    PageControl.ActivePage:=TBSht_BEDES;

end;

procedure TForm_READER.SB_CDClick(Sender: TObject);
begin
  if SelectFile<>' then
    PageControl.ActivePage:=TBSht_CODES;
end;

procedure TForm_READER.SB_FSClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TBSht_SKETCH;
end;

procedure TForm_READER.TbSht_CODESEnter(Sender: TObject);
var cElm,cx
      :integer;
begin
  ListBox_column.Items.Clear;
  for cx:=1 to Form_READER.StrGrd_FO.RowCount do
    begin
      if Form_READER.StrGrd_FO.Cells[0,cx]<>' then
        begin
          cElm:=StrToInt(Form_READER.StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
          if Element[cElm].ESet=[COLOMN] then
            begin
              ListBox_COLUMN.Items.Add(IntToStr(cElm));
            end;
        end;
    end;
  end;

```

```

        end; // if <> ''
    end; //for cx

end;

procedure TForm_READER.SpBtn_AssiClick(Sender: TObject);
var    cElm,c,cx,
        Code_b,Code_h,Code_D,Code_Ds,
        Code_pb,Code_fy,Code_fc,Code_rhomax      :Integer;
        st                                       :String;
begin
    for c:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do
        if ListBox_Column.Selected[c] then
            begin
                cElm:=StrToInt(ListBox_Column.Items.Strings[c]);
                val(Edit_C_b.text,cx,Code_b);
                val(Edit_C_h.text,cx,Code_h);
                val(Edit_C_D.text,cx,Code_D);
                val(Edit_C_Ds.text,cx,Code_Ds);
                val(Edit_C_pb.text,cx,Code_pb);
                val(Edit_C_fy.text,cx,Code_fy);
                val(Edit_C_fc.text,cx,Code_fc);
                val(Fdit_rhomax.text,cx,Code_rhomax);

                if (Code_b=0) and
                    (Code_h=0) and
                    (Code_D=0) and
                    (Code_Ds=0) and
                    (Code_pb=0) and
                    (Code_fc=0) and
                    (Code_fy=0) and
                    (Code_rhomax=0) then
                    begin
                        Element[cElm].b :=StrToFloat(Edit_C_b.text);
                        Element[cElm].h :=StrToFloat(Edit_C_h.text);
                        Element[cElm].D :=StrToFloat(Edit_C_D.text);
                        Element[cElm].Ds:=StrToFloat(Edit_C_Ds.text);
                        Element[cElm].pb:=StrToFloat(Edit_C_pb.text);
                        Element[cElm].Fy:=StrToFloat(Edit_C_fy.text);
                        Element[cElm].fc:=StrToFloat(Edit_C_fc.text);
                        Element[cElm].cm:=-StrToFloat(Edit_Rhomax.text);
                    end
                else
                    begin
                        Application.MessageBox('Invalid Input Value!!!','ERROR',0);
                        Exit;
                    end;
            end;
        end;
    end;

procedure TForm_READER.SpBtn_ExeColMouseDown(Sender: TObject;
    Button: TMouseButton; Shift: TShiftState; X, Y: Integer);
var    d,cElm,cx                               : Integer;
begin
    for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
        begin
            for d:=0 to 10 do
                begin
                    if StrGrd_FO.Cells[d,cx]='' then

```

```

begin
  Application.MessageBox('SAP90 data invalid!'+#13+#10+
    'Forces have no value!', 'ERROR', 0);
  Exit;
end;
end;
end;

// define maxes;
for cx:=1 to StrGrd_FO.RowCount-1 do
begin
  cElm:=StrToInt(StrGrd_FO.Cells[0,cx]);
  if Element[cElm].ESet=[Colomn] then
  begin
    Element[cElm].MeqA :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[10,cx]));
    Element[cElm].MeqB :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[11,cx]));
    Element[cElm].MD   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[7,cx]));
    Element[cElm].ML   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[8,cx]));
    Element[cElm].ME   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[9,cx]));
    Element[cElm].ND   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[1,cx]));
    Element[cElm].NL   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[2,cx]));
    Element[cElm].NE   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[3,cx]));
    Element[cElm].VD   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[4,cx]));
    Element[cElm].VL   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[5,cx]));
    Element[cElm].VE   :=Abs(StrToFloat(StrGrd_FO.Cells[6,cx]));
  end;
end;

end;

procedure TForm_READER.ListBox_columnKeyDown(Sender: TObject;
  var Key: Word; Shift: TShiftState);
var cx:byte;
begin
  if (Key=$41)and(Shift=[ssCtrl]) then
  begin
    for cx:=0 to ListBox_Column.Items.Count-1 do
      ListBox_Column.Selected[cx]:=True;
    end;
  end;
end;

procedure TForm_READER.ListBox_DIClick(Sender: TObject);
var X0,Y0,XMax,YMax,i,j,c,
    sElm,Pb1,Pb8,Mb1,Mb8           : Integer;
    DPnpakai,DMnpakai,Lmax,x,y,z,n : Single;
begin
  Screen.Cursor:=crHourglass;
  sElm:=StrToInt(ListBox_DI.Items.Strings[ListBox_DI.ItemIndex]);

  Pb1:=0; Pb8:=0; Mb1:=0; Mb8:=0;
  DPnpakai:=0;
  DMnpakai:=0;
  Lmax:=0;
  x:=0;y:=0;z:=0;n:=0;
  X0:=150; Y0:=515; //sb x = 400
  XMax:=550; YMax:=115; //sb y = 400
  Pn:=0; Mn:=0;
  with Image_DI do
  begin
    Canvas.Refresh;

```

```

Canvas.Rectangle(0,0,600,600);
Canvas.Rectangle(X0,YMax,XMax,Y0);
Canvas.TextOut(X0-10,Y0+5,'0');
Canvas.Font.Style:=[fsBold];
Canvas.TextOut(X0+10-110,Round(650/2),'Pu');
Canvas.MoveTo(X0+10-130,Round(650/2)+12);
Canvas.LineTo(X0+10-80,Round(650/2)+12);
Canvas.TextOut(X0+15-125,Round(650/2)+13,'Agfc');

Canvas.TextOut(X0+Round(450/2)-13,Y0+28,'Pu');
Canvas.MoveTo(X0+Round(450/2)-25,Y0+42);
Canvas.LineTo(X0+Round(450/2)+25,Y0+42);
Canvas.TextOut(X0+Round(450/2)-18,Y0+44,'Agfc');
Canvas.TextOut(X0+Round(450/2)+30,Y0+35,'x');
Canvas.MoveTo(X0+Round(450/2)+38,Y0+42);
Canvas.LineTo(X0+Round(450/2)+56,Y0+42);
Canvas.TextOut(X0+Round(450/2)+43,Y0+44,'h');
Canvas.TextOut(X0+Round(450/2)+43,Y0+28,'e');
Canvas.Font.Style:=[];
end;

gamma:=(Element[sElm].h-2*d_aksen)/Element[sElm].h;
d:=gamma*Element[sElm].h+d_aksen;
el:=Element[sElm].fy/200000;
cb:=600*d/(600+Element[sElm].fy);
Image_DI.Canvas.Pen.Color:=clBlack;

for i:=8 downto 1 do
begin
z:=0;
for c:=1 to Round(Element[sElm].h/b1+500) do
begin
Aspakai:=(i/200)*Element[sElm].b*d;

n:=Trunc(Aspakai/(0.25*pi*sqr(Element[sElm].D)))+1;
if n<2 then n:=2;
Aspakai:=n*0.25*pi*sqr(Element[sElm].D);

a:=b1*c;
if a > Element[sElm].h then a:=Element[sElm].h;
es:=0.003*(d-c)/c;
ess:=0.003*(c-d_aksen)/c;
Cc:=0.85*Element[sElm].fc*a*Element[sElm].b;
if ess >= el then
Cs:=Aspakai*(Element[sElm].fy-0.85*Element[sElm].fc)
else
begin
if abs(ess) < el then
begin
if ess > 0 then Cs:=Aspakai*(ess*200000-0.85*Element[sElm].fc)
else Cs:=Aspakai*ess*200000
end
else
Cs:=- (Aspakai*Element[sElm].fy);
end;

if es >= el then Ts:=Aspakai*Element[sElm].fy
else
begin
if es > -el then

```

```

begin
  if es > 0 then Ts:=Aspakai*es*200000
  else Ts:=Aspakai*(es*200000)
  end
  else Ts:=Aspakai*(-Element[sElm].fy+0.85*Element[sElm].fc);
end;
Pn:=0.65*(Cc+Cs-Ts);
Mn:=0.65*(Cc*(Element[sElm].h-a)/2+
  Cs*(Element[sElm].h/2-d_aksen)+Ts*(d-Element[sElm].h/2));
Pmax:=0.8*0.65*(0.85*Element[sElm].fc*
  (Element[sElm].b*Element[sElm].h-Aspakai*2)+
  Aspakai*2*Element[sElm].fy);
Kpsi:=0.1;
Kmax:=Pmax/(Element[sElm].fc*Element[sElm].b*Element[sElm].h);
Pn:=Pn/(Element[sElm].fc*Element[sElm].h*Element[sElm].b);
Mn:=Mn/(Element[sElm].fc*sqr(Element[sElm].h)*Element[sElm].b);
if Pn > Pmax then Pn:=Pmax;
if c=Round(cb) then
begin
  kpsi:=Pn;
  if i=8 then
  begin
    Pb8:=Round(Pn*400/y);
    Mb8:=Round(Mn*400/x);
  end;
  if i=1 then
  begin
    Pb1:=Round(Pn*400/y);
    Mb1:=Round(Mn*400/x);
  end;
end;
if kpsi>=0.1 then kpsi:=0.1;
if Pn <Kpsi then
begin
  Pn:=Pn/0.65*(0.8-0.2*(Pn/kpsi));
  Mn:=Mn/0.65*(0.8-0.2*(Pn/kpsi));
end;
if Pn > Kmax then Pn:=Kmax;
if (Pn>0) and (z=0) then
begin
  z:=1;
  Lmax:=Mn;
  if i=8 then
  begin
    x:=Round(Lmax/0.1)*0.1+0.2;
    y:=Round(Kmax/0.1)*0.1+0.2;
  end;
  Image_DI.canvas.MoveTo(X0+Round(Mn*400/x), Y0-1);
  Image_DI.canvas.LineTo(X0+Round(Mn*400/x), Y0-Round(Pn*400/y));
end;
if (Pn>0) and (Pn<Kmax) then
begin
  Image_DI.canvas.LineTo(X0+Round(Mn*400/x),
    Y0-Round(Pn*400/y));
end;
if (Pn>=Kmax) then
begin
  Image_DI.canvas.LineTo(X0, Y0-Round(Kmax*400/y));
end;
end;// for.....

```

```

    Image_DI.Canvas.TextOut(X0+15,Y0-Round(Kmax*400/y)-5,IntToStr(i)+' %');
end;// for juga....

Image_DI.Canvas.Pen.Color:=clTeal;
Image_DI.Canvas.Font.Style:=[];

//garis pada sb X
for i:=1 to Round(x/0.05)-1 do
begin
    Image_DI.Canvas.MoveTo(X0+i*Round(400/Round(x/0.05)),Y0);
    Image_DI.Canvas.LineTo(X0+i*Round(400/Round(x/0.05)),Ymax);
end;
//garis pada sb Y
for i:=1 to Round(y/0.1) do
begin
    Image_DI.Canvas.MoveTo(X0,Y0-i*Round(400/Round(y/0.1)));
    Image_DI.Canvas.LineTo(Xmax,Y0-i*Round(400/Round(y/0.1)));
end;
//skala sb X
for i:=1 to Round(x/0.05) do
begin
    Image_DI.Canvas.TextOut(X0+i*Round(400/Round(x/0.05))-8,Y0+5,
        FloatToStr(i*0.05));
end;
//skala sb Y
for i:=1 to Round(y/0.1) do
begin
    Image_DI.Canvas.TextOut(X0-20,Y0-i*Round(400/Round(y/0.1))-5,
        FloatToStr(i*0.1));
end;

//garis skala sb X
Image_DI.Canvas.Pen.Color:=clBlack;
for i:=1 to Round(x/0.01) do
begin
    if X0+i*Round(400/Round(x/0.01)) > Xmax then
        Break;
    Image_DI.Canvas.MoveTo(X0+i*Round(400/Round(x/0.01)),Y0);
    Image_DI.Canvas.LineTo(X0+i*Round(400/Round(x/0.01)),Y0+3);
end;

for i:=1 to Round(y/0.02) do
begin
    if Y0-i*Round(400/Round(y/0.02)) < Ymax then
        Break;
    Image_DI.Canvas.MoveTo(X0,Y0-i*Round(400/Round(y/0.02)));
    Image_DI.Canvas.LineTo(X0-3,Y0-i*Round(400/Round(y/0.02)));
end;

Image_DI.Canvas.Pen.Color:=clBlue;
for i:=1 to 30 do
begin
    e0:= 0.1*i;
    if (i<=5) or (i=10) or (i=30) then
    begin
        Image_DI.Canvas.MoveTo(X0,Y0);
        if y*e0 <= x then
        begin
            Image_DI.Canvas.LineTo(X0+Round(400/x*(e0*y)),Ymax);
            Image_DI.Canvas.TextOut(X0+Round(400/x*(e0*y))-20,Ymax+10,

```

```

DPnPakai:=Element[sElm].MnPos*1e3/(Element[sElm].b*Element[sElm].fc*Element[
sElm].h);

DMnPakai:=Element[sElm].MnNeg*1e6/(Element[sElm].b*Element[sElm].fc*sqr(Elm
ent[sElm].h));
e0:=e0/Element[sElm].h;
Image_DI.Canvas.Pen.Color:=clPurple;
Image_DI.Canvas.Pen.Style:=psDashDotDot;
Image_DI.Canvas.MoveTo(X0,Y0-Round(DPNPakai*400/y));
Image_DI.Canvas.LineTo(X0+Round(DMnPakai*400/x),Y0-
Round(DPNPakai*400/y));
Image_DI.Canvas.LineTo(X0+Round(DMnPakai*400/x),Y0);
Image_DI.Canvas.MoveTo(X0,Y0);

if y*e0 < x then
Image_DI.Canvas.LineTo(X0+Round(400/x*(e0*y)),Ymax)
else Image_DI.Canvas.LineTo(XMax,Y0-Round((400/y)*x/e0));

Image_DI.Canvas.Pen.Style:=psSolid;

with Image_DI do
begin
Canvas.Pen.Color:=clblack;
Canvas.Rectangle(X0,YMax-105,XMax,YMax-10);
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.Font.Size:=8;
Canvas.Font.Style:=[fsBold];
Canvas.TextOut(X0+10,YMax-100,'COLUMN INTERACTION DIAGRAM');
Canvas.TextOut(X0+10,YMax-70,'fc');
Canvas.TextOut(X0+10,YMax-55,'fy');
Canvas.Font.Name:='Symbol';
Canvas.TextOut(X0+10,YMax-40,'g');
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.TextOut(X0+25,YMax-70,'=');
Canvas.TextOut(X0+25,YMax-55,'=');
Canvas.TextOut(X0+25,YMax-40,'=');

Canvas.TextOut(X0+45,YMax-70,Edit_C_fc.Text);
Canvas.TextOut(X0+45,YMax-55,Edit_C_fy.Text);
Canvas.TextOut(X0+45,YMax-40,Format('%4.2f',[gamma]));
Canvas.TextOut(X0+75,YMax-70,'MPa');
Canvas.TextOut(X0+75,YMax-55,'MPa');

//dimensi h
Canvas.MoveTo(X0+260,YMax-84);
Canvas.LineTo(X0+330,YMax-84);
Canvas.MoveTo(X0+260,YMax-87);
Canvas.LineTo(X0+260,YMax-81);
Canvas.MoveTo(X0+330,YMax-87);
Canvas.LineTo(X0+330,YMax-81);
Canvas.TextOut(X0+295,YMax-100,'h');
//dimensi gamma
Canvas.MoveTo(X0+266,YMax-67);
Canvas.LineTo(X0+324,YMax-67);
Canvas.MoveTo(X0+266,YMax-70);
Canvas.LineTo(X0+266,YMax-64);
Canvas.MoveTo(X0+324,YMax-70);
Canvas.LineTo(X0+324,YMax-64);
Canvas.Font.Name:='Symbol';

```



```

Canvas.TextOut(X0+290,YMax-82,'g');
Canvas.Font.Name:='Arial';
Canvas.TextOut(X0+300,YMax-82,'h');
//dimensi b
Canvas.MoveTo(X0+253,YMax-60);
Canvas.LineTo(X0+253,YMax-20);
Canvas.MoveTo(X0+250,YMax-60);
Canvas.LineTo(X0+256,YMax-60);
Canvas.MoveTo(X0+250,YMax-20);
Canvas.LineTo(X0+256,YMax-20);
Canvas.TextOut(X0+260-18,YMax-40,'b');
//Penampang
Canvas.Rectangle(X0+260,YMax-60,X0+330,YMax-20);
Canvas.Pen.Width:=2;
Canvas.MoveTo(X0+266,YMax-54);
Canvas.LineTo(X0+266,YMax-26);
Canvas.MoveTo(X0+324,YMax-54);
Canvas.LineTo(X0+324,YMax-26);
Canvas.Pen.Width:=1;
Canvas.Font.Style:=[];
end;

PageControl.ActivePage:=TbSht_DI;
ScrollBar_DI.HorzScrollBar.Position:=Height;
ScrollBar_DI.VertScrollBar.Position:=Width;
Screen.Cursor:=crdefault;

end;

```

```

procedure TForm_READER.ListBox_CDClick(Sender: TObject);

```

```

var  AsPerlu,
     she,
     x,y,m,
     Jmin,J,Mu,Nu,n,
     Vs1,Vs2,Vc,S1,S2,
     i,e0,e1,Vmax,rho,Beam_h,Divider :Single;
     sElm_ENDI,sElm_ENDJ,
     oElm_EndI,oElm_EndJ,oElm,
     sElm,dx,t,r,n1,n2                :Integer;
     Notice                            :String;
     check1,check2,check3,
     check4,check5,check6,cek1,cek2  :Boolean;

```

```

begin
Screen.Cursor:=crHourGlass;
//////////
Label_fc.Caption:=' ';
Label_fy.Caption:=' ';
Label_Cb.Caption:=' ';
Label_d.Caption:=' ';
Label_c.Caption:=' ';
Label_dP.Caption:=' ';
Label_dM.Caption:=' ';
Label_rho.Caption:=' ';
Label_b1.Caption:=' ';

```

```

Label_she.Caption:=' ';
Label_Pumax.Caption:=' ';
Label_Mumax.Caption:=' ';
Label_e0.Caption:=' ';
Label_e1.Caption:=' ';
Label_Note.Caption:=' ';
Label_Pnmax.Caption:=' ';
Label_Mnmax.Caption:=' ';
Label_Pnmax1.Caption:=' ';
Label_Aspakai.Caption:=' ';
Label_Aasperlu.Caption:=' ';
Label_tulangan.Caption:=' ';
Label_Vu.Caption:=' ';
Label_Vc.Caption:=' ';
Label_Vs2.Caption:=' ';
Label_Vs22.Caption:=' ';
Label_Vs1.Caption:=' ';
Label_Vs11.Caption:=' ';
//////////

sElm:=StrToInt(ListBox_CD.Items.Strings[ListBox_CD.ItemIndex]);
LText_element.Caption:='Element '+IntToStr(sElm);

Check1:=False;
Check2:=False;
Check3:=False;
Check4:=False;
Check5:=False;
Check6:=False;

//Check validity of sElm and Find Joint I and J of sElm
for dx:=1 to StrGrd_FE.PowCount-1 do
begin
if sElm = StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx])then
begin
sElm_EndI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,dx]);
sElm_EndJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,dx]);
end;
end;

//Find element above,below and beside sElm
oElmB:=0;
oElmA:=0;
bElmLA:=0;
bElmLB:=0;
bElmRA:=0;
bElmRB:=0;
for dx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
oElm :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
oElm_EndI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,dx]);
oElm_EndJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,dx]);
if (oElm_EndI = sElm_EndI) or (oElm_EndJ = sElm_EndI) then
if oElm <> sElm then
if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then
begin
oElmB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
Check1:=True;
end;
if (oElm_EndI = sElm_EndJ) or (oElm_EndJ = sElm_EndJ) then

```

```

    if oElm <> sElm then
        if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then
            begin
                oElmA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
                Check2:=True;
            end;
    if (oElm_ENDJ = sElm_ENDJ) then
        if oElm<> sElm then
            if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                begin
                    bElmLA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
                    Check3:=True;
                end;
            if (oElm_ENDJ = sElm_ENDI) then
                if oElm<> sElm then
                    if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                        begin
                            bElmLB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
                            Check4:=True;
                        end;
                    if (oElm_ENDI = sElm_ENDJ) then
                        if oElm<> sElm then
                            if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                                begin
                                    bElmRA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
                                    Check5:=True;
                                end;
                            if (oElm_ENDI = sElm_ENDI) then
                                if oElm<> sElm then
                                    if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                                        begin
                                            bElmRB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,dx]);
                                            Check6:=True;
                                        end;
                                    end;
                                end ;

if Element[sElm].fc <= 30 then
    begin
        b1:=0.85;
    end
    else
        begin
            b1:=0.85-0.008*(Element[sElm].fc-30);
            if b1<0.65 then b1:=0.65
        end;

if Element[sElm].fy<400 then she:=1.25
    else she:=1.4;
    n1:=round(Element[sElm].h/b1);
    d_aksen:=Element[sElm].pb+Element[sElm].Ds+0.5*Element[sElm].D;
    d:=Element[sElm].h-d_aksen;
    cb:=600/(600+Element[sElm].fy)*d;
    ab:=b1*cb;
    e1:=Element[sElm].fy/200000;

for r:=100 to (StrToInt(Edit_Rhomax.text)*100) do
    begin
        for t:=1 to round(n1/0.5) do

```

```

begin
  //
  i:=t*0.5;
  Asperlu:=(r/2*1e-4)*Element[sElm].b*d;
  n:=Trunc(AsPerlu/(0.25*pi*sqr(Element[sElm].D)))+1;
  if n<2 then n:=2;
  Asperlu:=n*0.25*pi*sqr(Element[sElm].D);

  fs_aksen :=600*(cb-d_aksen)/cb;

  if fs_aksen > Element[sElm].fy then fs_aksen:= Element[sElm].fy;
  Pnb:=(0.85*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*ab+
  AsPerlu*(fs_aksen-0.85*Element[sElm].fc)-
  AsPerlu*Element[sElm].fy)/1000;
  Mnb:=(0.85*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*ab*(Element[sElm].h/2-
  a/2)+
  AsPerlu*(fs_aksen-0.85*Element[sElm].fc)*(Element[sElm].h/2-
  d_aksen)+
  AsPerlu*Element[sElm].fy*(d-Element[sElm].h/2))/1e6;
  eb:=Mnb*1000/Pnb;
  PAgfc:=(0.1*Element[sElm].fc*Element[sElm].b*Element[sElm].h)/1000;

  if PAgfc > (0.65* Pnb) then Divider:=0.65*Pnb
  else Divider:=PAgfc;

  a:=b1*i;
  es:=0.003*(d-i)/i;
  ess:=0.003*(i-d_aksen)/i;
  Cc:=0.85*Element[sElm].fc*a*Element[sElm].b;
  if ess >= el then
    Cs:=Asperlu*(Element[sElm].fy-0.85*Element[sElm].fc)
  else
    if ess > -el then
      begin
        if ess > 0 then Cs:=Asperlu*(ess*200000-0.85*Element[sElm].fc)
        else Cs:=Asperlu*ess*200000
        end
      else Cs:=Asperlu*-Element[sElm].fy;
    if es >= el then Ts:=Asperlu*Element[sElm].fy
    else
      begin
        if es > -el then
          begin
            if es > 0 then Ts:=Asperlu*es*200000
            else Ts:=Asperlu*(es*200000+0.85*Element[sElm].fc)
            end
          else Ts:=Asperlu*(-Element[sElm].fy+0.85*Element[sElm].fc);
          end;
        Pnpakai:=(Cc+Cs-Ts)*1e-3;
        Mnpakai:=(Cc*(Element[sElm].h-a)/2+Cs*(Element[sElm].h/2-d_aksen)+
        Ts*(d-Element[sElm].h/2))*1e-6;
        if 0.65*Pnpakai < Divider then
          Reduction:=(0.8 - (0.2*0.65*Pnpakai)/Divider)
        else Reduction:=0.65;

        if Reduction < 0.65 then Reduction:=0.65;
        if Reduction > 0.8 then Reduction:=0.8;

        if (Pnpakai*Reduction>=Element[sElm].Nu) and
        (Mnpakai*Reduction>=Element[sElm].MomentL) then break;

```

```

end;// for.....
  if (Pnpakai*Reduction>=Element[sElm].Nu) and
    (MnPakai*Reduction>=Element[sElm].MomentL) then break;

end;

c:=i;
rho:=r*1e-2;
////////// MnPos---> Aksial Kolom,MnNeg-----> Momen kolom
Element[sElm].MnPos:=Reduction*PnPakai;
Element[sElm].MnNeg:=Reduction*MnPakai;
e0:=Element[sElm].MnNeg/Element[sElm].MnPos*1000;
e1:=Element[sElm].MomentL/Element[sElm].Nu*1000;
Element[sElm].cm:=r*1e-2;

AsPerlu:=rho/100*Element[sElm].b*d;
AsPakai:=2*n*0.25*pi*sqr(Element[sElm].D);

Element[sElm].N_atas:=round(n);
Element[sElm].N_bawah:=0;

if (1.5*Element[sElm].D) > 40 then Jmin:=1.5*Element[sElm].D
else Jmin:=40;

J:=(Element[sElm].b-2*Element[sElm].pb-2*Element[sElm].Ds-
n*Element[sElm].D)/(n-1);

if J<Jmin then
begin
  Element[sElm].N_bawah:=Trunc(n/2);
  Element[sElm].N_atas:=Round(n)-Element[sElm].N_bawah;
  J:=(Element[sElm].b-2*Element[sElm].pb-2*
    Element[sElm].Ds-Element[sElm].N_atas*Element[sElm].D)/
    (Element[sElm].N_atas-1);
  if J<Jmin then
  begin
    end;
  end;
end;

Label_Warning.Caption:='';
Label_Pnmax.Font.color :=clBlack;
PnMax1:=0.65*0.8*(0.85*Element[sElm].fc*(Element[sElm].b*
  Element[sElm].h-AsPakai)+AsPakai*Element[sElm].fy)/1000;
if Element[sElm].MnPos>PnMax1 then
begin
  Label_Warning.Caption:='Redesign! --- P-Design > P-Max.';
  Label_Pnmax.Font.color :=clRed;
end;

if e0 < eb then Notice:='Compression Failure'
else Notice:='Tension Failure';

//Shear Design
if (oElmA=0) or (oElmE=0) then
begin
  if oElmB=0 then
  begin

```

```

if bElmRA=0 then
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
                (Element[sElm].Length-0.5*Element[bElmLA].h/1000)
else
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
                (Element[sElm].Length-0.5*Element[bElmRA].h/1000);
end;
if oElmA=0 then
begin
if bElmRB=0 then
ColumnForces_Vu:=(2*she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
                (Element[sElm].Length-Element[bElmLB].h/1000)
else
ColumnForces_Vu:=(2*she*Element[sElm].MnNeg/Reduction)/
                (Element[sElm].Length-Element[bElmRB].h/1000);
end;
end
else
if bElmRA=0 then
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+Element[sElm].Mu_B)/
                (Element[sElm].Length-Element[bElmLA].h/1000)
else
ColumnForces_Vu:=(Element[sElm].Mu_A+Element[sElm].Mu_B)/
                (Element[sElm].Length-Element[bElmRA].h/1000);
Vmax:=1.05*(Element[sElm].VD+Element[sElm].VL+
            4/StrToFloat(Edit_Kvalue.text)*Element[sElm].VE);
if Vmax<> 0 then
if ColumnForces_Vu>Vmax then
ColumnForces_Vu:=Vmax;
Vc:=(1+Element[sElm].Nu*1000/(14*Element[sElm].b*Element[sElm].n))*
    (sqrt(Element[sElm].fc)/6*Element[sElm].b*d)/1000;
S1:=0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/
    (ColumnForces_Vu*1000/0.6);
S2:=0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/
    ((ColumnForces_Vu/0.6-Vc)*1000);
if S2<0 then S2:=200;
if S1 <> 0 then
begin
if abs(S1) > (0.25*Element[sElm].b) then
S1:=(0.25*Element[sElm].b);
if abs(S1) > (8*Element[sElm].d) then
S1:=(8*Element[sElm].d);
if abs(S1) > 100 then
S1:=100;
end
else S1:=0;
if S2<>0 then
begin
if abs(S2) > (0.5*Element[sElm].b) then
S2:=(0.5*Element[sElm].b);
if abs(S2) > 200 then
S2:=200;
end
end
end

```

```

else S2:=0;

S1:=(trunc(abs(S1)/5))*5;
S2:=(trunc(abs(S2)/5))*5;

if S1<>0 then
Vs1:=(0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/S1)/1000;
  if S2<>0 then
Vs2:=(0.5*pi*sqr(Element[sElm].Ds)*Element[sElm].fy*d/S2)/1000;

//write Output
//Input Data
if Element[sElm].Ntc='' then
begin
Label_fc.Caption:=Edit_C_fc.Text;
Label_fy.Caption:=Edit_C_fy.Text;
Label_Cb.Caption:=Format('%8.2f',[cb]);
Label_d.Caption:=Edit_C_d.Text;
Label_c.Caption:=Format('%8.2f',[c]);
Label_dP.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].MnPos/Element[sElm].Nu]);
Label_dM.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].MnNeg/Element[sElm].MomentL]);
);
Label_rho.Caption:=Format('%4.2f',[rho]);
//Long. Rebar Design
Label_b1.Caption:=Format('%8.2f',[b1]);
Label_she.Caption:=Format('%8.2f',[Reduction]);

Label_Pumax.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].Nu]);
Label_Mumax.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].MomentL]);
Label_e0.Caption:=Format('%8.2f',[e0]);
Label_e1.Caption:=Format('%8.2f',[e1]);
Label_Note.Caption:=Notice;
Label_Pnmax.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].MnPos]);
Label_Pnmax.Caption:=Format('%8.2f',[Element[sElm].MnNeg]);
Label_Pnmax1.Caption:=Format('%8.2f',[Pnmax1]);
Label_Aspakai.Caption:=Format('%8.2f',[Aspakai]);
Label_Aasperlu.Caption:=Format('%8.2f',[Asperlu]);
Label_tulangan.Caption:=(Format('%2d',[Round(n)])+' D - '+
FloatToStr(Element[sElm].D));

//Shear Design
Label_Vu.Caption:=Format('%8.2f',[ColumnForces_Vu]);
Label_Vc.Caption:=Format('%8.2f',[Vc]);
if S2<>0 then
begin
Label_Vs2.Caption:=('D'+FloatToStr(Element[sElm].Ds)+' -
'+Format('%4d',[Round(S2)]));
Label_Vs22.Caption:=Format('%6.2f',[Vs2]);
end
else
begin
Label_Vs2.Caption:=' ';
Label_Vs22.Caption:=' ';
end;
if S1<> 0 then
begin
Label_Vs1.Caption:=('D'+FloatToStr(Element[sElm].Ds)+' -
'+Format('%4d',[Round(S1)]));
Label_Vs11.Caption:=Format('%6.2f',[Vs1]);
end

```

```

else
begin
Label_Vs1.Caption:=' ';
Label_Vs11.Caption:=' ';
end;

end
else Label_Note.Caption:=Element[sElm].Ntc;
Screen.Cursor:=crdefault;
end;

procedure TForm_READER.ListBox_CGClick(Sender: TObject);
var Columnpos,Text_N,Text_h,Text_L0,
Text_D ,Text_S1,Text_S2,Text_L :String;

X0,Y0,ratelement_b,ratelement_h,
ratelement_PB,rate_Jmin,rate_D,

oElm,oElm_ENDI,
oElm_ENDJ,sElm_ENDJ,sElm_ENDI,
cx,steps,nta,drat,Xtext,stepside :Integer;
Check1,Check2,Check3,Check4,Check5,Check6 :boolean;

begin
sElm:=StrToInt(ListBox_CG.Items.Strings[ListBox_CG.ItemIndex]);

Img_Kolom.Canvas.Refresh;
Check1:=False;
Check2:=False;
Check3:=False;
Check4:=False;
Check5:=False;
Check6:=False;

//Check validity of sElm and Find Joint I and J of sElm
for cx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
if sElm = StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx])then
begin
sElm_EndI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx]);
sElm_EndJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx]);
end;
end;

//Find element above,below and beside sElm
oElmB:=0;
oElmA:=0;
bElmLA:=0;
bElmLB:=0;
bElmRA:=0;
bElmRB:=0;
for cx:=1 to StrGrd_FE.RowCount-1 do
begin
oElm :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
oElm_ENDI :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[1,cx]);
oElm_ENDJ :=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[2,cx]);
if (oElm_ENDI = sElm_ENDI) or (oElm_ENDJ = sElm_ENDI) then
if oElm <> sElm then
if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then

```



```

begin
  oElmB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
  Check1:=True;
end;
if (oElm_ENDI = sElm_ENDJ) or (oElm_ENDJ = sElm_ENDJ) then
  if oElm <> sElm then
    if Element[oElm].Eset = [COLOMN] then
      begin
        oElmA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
        Check2:=True;
      end;
    if (oElm_ENDJ = sElm_ENDJ) then
      if oElm<> sElm then
        if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
          begin
            bElmLA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
            Check3:=True;
          end;
        if (oElm_ENDJ = sElm_ENDI) then
          if oElm<> sElm then
            if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
              begin
                bElmLR:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
                Check4:=True;
              end;
            if (oElm_ENDI = sElm_ENDJ) then
              if oElm<> sElm then
                if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                  begin
                    oElmRA:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
                    Check5:=True;
                  end;
                if (oElm_ENDI = sElm_ENDI) then
                  if oElm<> sElm then
                    if Element[oElm].Eset = [BEAM] then
                      begin
                        bElmRB:=StrToInt(StrGrd_FE.Cells[0,cx]);
                        Check6:=True;
                      end;
                    end;
                  end;
                end;
              end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end ;

```

```

if oElmB=0 then
  begin
    if bElmLA=0 then Columnpos:='BL'
    else
      begin
        if bElmRA=0 then Columnpos:='BR'
        else Columnpos:='BM'
        end;
      end
    end
  else
    begin
      if oElmA=0 then
        begin
          if bElmLA=0 then Columnpos:='TL'

```

```

else
begin
  if bElmRA=0 then Columnpos:='TR'
  else Columnpos:='TM'
end;

end
else
begin

  if bElmLA=0 then Columnpos:='ML'
  else
  begin
    if bElmRA=0 then Columnpos:='MR'
    else Columnpos:='MM'
  end;

end;
end;

X0:=410;
Y0:=100;
Img_Kolom.Canvas.Font.Size:=10;
Img_Kolom.Canvas.Refresh;
Img_Kolom.Canvas.Rectangle(0,0,600,960);
Img_Kolom.Canvas.Font.Style:=[fsBold];
Img_Kolom.Canvas.TextOut(15,10,'ELEMENT '+IntToStr(sElm));
Img_Kolom.Canvas.Font.Style:=[];
Img_Kolom.Canvas.Font.Name:='Courier New';
Img_Kolom.Canvas.TextOut(15,30,Lbl_FILEHND.Caption);
Img_Kolom.Canvas.Font.Name:='Arial';
with Img_Kolom do
begin
  //draw selimut
  Canvas.Pen.Width:=1;

Canvas.Rectangle(X0,Y0,X0+140,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h))
;

  //draw dimension
  // b dimension
  Canvas.MoveTo(X0-30,Y0);
  Canvas.LineTo(X0-20, Y0);
  Canvas.MoveTo(X0-25,Y0);
  Canvas.LineTo(X0-25,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h) div 2-
10);
  Canvas.MoveTo(X0-25,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h) div
2+18);
  Canvas.LineTo(X0-25,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h));
  Canvas.MoveTo(X0-30,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h));
  Canvas.LineTo(X0-20, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h));
  Canvas.TextOut(X0-38,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h) div 2-
5,
                FloatToStr(Element[sElm].b));

  // h dimension
  Canvas.MoveTo(X0,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+10);
  Canvas.LineTo(X0,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+20);
  Canvas.MoveTo(X0,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+15);
  Canvas.LineTo(X0+70-20,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+15);

```

```

Canvas.MoveTo(X0+70+20,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+15);
Canvas.LineTo(X0+140,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+15);
Canvas.MoveTo(X0+140,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+10);
Canvas.LineTo(X0+140,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+20);
Canvas.TextOut(X0+70-10,Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)+10,
FloatToStr(Element[sElm].h));

if Element[sElm].Ntc='' then
begin
//draw sengkang
Canvas.Pen.Width:=2;
Canvas.RoundRect(X0+7,Y0+6,X0+140-6,Y0+
Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6,6,6);
Canvas.Pen.Width:=1;

//tulangan antara
nta:=Trunc((Element[sElm].h-
2*(Element[sElm].pb+Element[sElm].Ds+0.5*Element[sElm].D))/250)+1;
if nta<2 then nta:=1
else nta:=nta-1;

steps:=(140-12-6) div (nta+1);
stepside:=(Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-12-6) div
(Element[sElm].N_atas-1);

//sengkang tambahan
Canvas.Pen.Width:=2;
Canvas.Brush.Style:=bsClear;
if (Element[sElm].b<>Element[sElm].h) or (nta<>Element[sElm].N_atas-2)
then
begin
if (nta>1) then
Canvas.RoundRect(X0+steps+6,Y0+6,
X0+140-steps-6,Y0+
Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7,
6,6)
else
begin
Canvas.MoveTo(X0+steps+6,Y0+7);
Canvas.LineTo(X0+steps+6,Y0+
Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-9);
end;
if Element[sElm].N_atas>3 then
Canvas.RoundRect(X0+7,Y0+6+Stepside,
X0+140-6,Y0+
Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6-
Stepside,
6,6)
else
begin
Canvas.MoveTo(X0+9,Y0+7+Stepside);
Canvas.LineTo(X0+140-9,Y0+7+Stepside);
end;
end
else
begin
Canvas.MoveTo(X0+Steps+6,Y0+6);
Canvas.LineTo(X0+140-Steps-6,Y0+6);
Canvas.LineTo(X0+140-6,Y0+6+stepside);

```

```

Canvas.LineTo(X0+140-6, Y0+
              Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6-
stepside);
Canvas.LineTo(X0+140-Steps-6, Y0+
              Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6);
Canvas.LineTo(X0+Steps+6, Y0+
              Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6);
Canvas.LineTo(X0+6, Y0+
              Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-6-stepside);
Canvas.LineTo(X0+6, Y0+6+stepside);
Canvas.LineTo(X0+Steps+6, Y0+6);
end;
Canvas.Pen.Width:=1;
Canvas.Brush.Style:=bsSolid;

for drat:=1 to nta do
begin
Canvas.Brush.Color:=clBlack;
Canvas.Ellipse(X0+6+(drat*steps), Y0+7,
               X0+12+(drat*steps),
               Y0+13);
Canvas.Ellipse(X0+6+(drat*steps), Y0+
               Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-13,
               X0+12+(drat*steps),
               Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7);
Canvas.Brush.Color:=clWhite;
end;

//draw tulangan lapis 1
if Element[sElm].S_outside=0 then
begin
Text_D:=FloatToStr(Element[sElm].D);
Text_N:=IntToStr(Element[sElm].N_atas+Element[sElm].N_bawah);
Canvas.MoveTo(X0+11, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-12);
Canvas.LineTo(X0+11, Y0-12);
Canvas.LineTo(X0+35, Y0-12);
Canvas.TextOut(X0+50, Y0-22, Text_N+' D - '+Text_D);

Canvas.MoveTo(X0+132-4, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-12);
Canvas.LineTo(X0+132-4, Y0-12);
Canvas.LineTo(X0+132-29, Y0-12);

for drat:=0 to Element[sElm].n_atas-2 do
begin
Canvas.Brush.Color:=clBlack;
Canvas.Ellipse(X0+8, Y0+7+(drat*stepside),
               X0+14,
               Y0+(drat*stepside)+13);
Canvas.Ellipse(132+X0-6, Y0+7+(drat*stepside),
               132+X0,
               Y0+(drat*stepside)+13);
end;
Canvas.Ellipse(X0+8, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-13,
               X0+14,
               Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7);
Canvas.Ellipse(132+X0-6, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-
13,
               132+X0,
               Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7);

```

```

    Canvas.Brush.Color:=clWhite;
if Element[sElm].N_bawah>0 then
begin
Canvas.Brush.Color:=clBlack;
for drat:=0 to Element[sElm].N_bawah-2 do
begin
Canvas.Ellipse(X0+8+9, Y0+7+(drat*stepside),
                X0+14+9,
                Y0+(drat*stepside)+13);
Canvas.Ellipse(132+X0-6-9, Y0+7+(drat*stepside),
                132+X0-9,
                Y0+(drat*stepside)+13);

end;
Canvas.Ellipse(X0+8+9, Y0+
                Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-13,
                X0+14+9,
                Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7);
Canvas.Ellipse(132+X0-6-9, Y0+
                Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-13,
                132+X0-9,
                Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-7);

Canvas.MoveTo(X0+132-13, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-
12);
Canvas.LineTo(X0+132-13, Y0-12);
Canvas.MoveTo(X0+19, Y0+Round(140*Element[sElm].b/Element[sElm].h)-12);
Canvas.LineTo(X0+19, Y0-12);
Canvas.Brush.Color:=clWhite;
end;
end;
end;
//
Canvas.Brush.Color:=clWhite;
if ColumnPos='BL' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75, 100);
Canvas.LineTo(60+75, 800);
Canvas.MoveTo(135+75, 100);
Canvas.LineTo(135+75, 175);
Canvas.LineTo(230+75, 175);
Canvas.MoveTo(230+75, 240);
Canvas.LineTo(135+75, 240);
Canvas.LineTo(135+75, 800);
Canvas.MoveTo(40, 800);
Canvas.LineTo(155+150, 800);
Canvas.Polyline([Point(135+37, 920), Point(135+37+5, 920-15),
                  Point(135+37, 920-15), Point(135+37, 830+15),
                  Point(135+37, 830+15), Point(135+37, 920-15),
                  Point(135+37-5, 920-15), Point(135+37, 920)]);
Canvas.Arc(135, 850, 210, 900, 203, 870, 142, 870);
Canvas.Polyline([Point(135, 870), Point(135-4, 870-3), Point(135-7, 870+12),
                  Point(135+4, 870+3), Point(135, 870)]);
Canvas.TextOut(135+37, 920+10, 'P = '+
                Format('%6.2f',
                [Element[sElm].ND+Element[sElm].NL ])+' kN');
Canvas.TextOut(225, 870, 'M = '+
                Format('%6.2f',

```

```

[Element[sElm].Mu_B])+ ' kNm');

//arsiran
for X0:=0 to 18 do
begin
  Canvas.MoveTo(80+10*X0,800);
  Canvas.LineTo(80+10*X0-5,800+15);
end;

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(230+75,175+5);
Canvas.LineTo(70+4+75,175+5);
Canvas.Arc(70+75,180,78+75,188,74+75,180,70+75,184);
Canvas.MoveTo(70+75,184);
Canvas.LineTo(70+75,184+45);

Canvas.MoveTo(230+75,240-5);
Canvas.LineTo(75+4+75,240-5);
Canvas.Arc(75+75,235,75+8+75,235-8,75+75,235-4,75+4+75,235);
Canvas.MoveTo(75+75,231);
Canvas.LineTo(75+75,231-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,800);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,800);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
  for X0:=1 to nta do
  begin
    Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,800);
    Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
  end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
begin
  Canvas.MoveTo(68+75,800);
  Canvas.LineTo(68+75,100);
  Canvas.MoveTo(127+75,900);
  Canvas.LineTo(127+75,100);
end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(60+45,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
  Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
  Canvas.MoveTo(65+75,790-X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,790-X0*13);
end;

```

```

for X0:=0 to 7 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
  Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
  Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
  Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
  Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
end;

//gambar pelengkap

Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);

Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
                 Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
                 Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
                 Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
                 Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
                 Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
                 Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
                 Point(135-50,800)]);

//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
                 Point(290,800-8),Point(290,700+8),
                 Point(290+2,700+8),Point(290,700),
                 Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
                 Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
                 Point(290,800)]);

Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
                 Point(290,340-8),Point(290,240+8),
                 Point(290+2,240+8),Point(290,240),
                 Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
                 Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
                 Point(290,340)]);

Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
                 Point(290,700-8),Point(290,340+8),
                 Point(290+2,340+8),Point(290,340),
                 Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),
                 Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
                 Point(290,700)]);

Canvas.MoveTo(280,700);

```

```

Canvas.LineTo(300,700);
//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,800),Point(350+2,800-8),
                Point(350,800-8),Point(350,207+8),
                Point(350+2,207+8),Point(350,207),
                Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
                Point(350,800-8),Point(350-2,800-8),
                Point(350,800)]);
Canvas.MoveTo(340,800);
Canvas.LineTo(360,800);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);

Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);

Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
              'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length])+ ' m');
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end;//BL
//
if ColumnPos='BM' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75,100);
Canvas.LineTo(60+75,175);
Canvas.LineTo(60-25,175);
Canvas.MoveTo(60-25,240);
Canvas.LineTo(60+75,240);
Canvas.LineTo(60+75,800);
Canvas.MoveTo(135+75,100);
Canvas.LineTo(135+75,175);
Canvas.LineTo(230+75,175);
Canvas.MoveTo(230+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,800);
Canvas.MoveTo(40,800);
Canvas.LineTo(155+150,800);
Canvas.Polyline([Point(135+37,920),Point(135+37+5,920-15),
                Point(135+37,920-15),Point(135+37,330+15),
                Point(135+37,830+15),Point(135+37,920-15),
                Point(135+37-5,920-15),Point(135+37,920)]);
Canvas.Arc(135,850,210,900,203,870,142,870);
Canvas.Polyline([Point(135,870),Point(135-4,870-3),Point(135-7,870+12),
                Point(135+4,870+3),Point(135,870)]);

```



```

Canvas.TextOut(135+37,920+10,'P = '+
    Format('%6.2f',
    [Element[sElm].ND+Element[sElm].NL ])+' kN');
Canvas.TextOut(225,870,'M = '+
    Format('%6.2f',
    [Element[sElm].Mu_B])+' kNm');

//arsiran
for X0:=0 to 18 do
begin
    Canvas.MoveTo(80+10*X0,800);
    Canvas.LineTo(80+10*X0-5,800+15);
end;

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(230+75,175+5);
Canvas.LineTo(60-25,175+5);

Canvas.MoveTo(230+75,240-5);
Canvas.LineTo(60-25,240-5);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,800);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,800);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
for X0:=1 to nta do
begin
    Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,800);
    Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
begin
    Canvas.MoveTo(68+75,800);
    Canvas.LineTo(68+75,100);
    Canvas.MoveTo(127+75,800);
    Canvas.LineTo(127+75,100);
end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(60-40,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
begin
    Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,790-X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,790-X0*13);
end;

```

```

for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
Point(135-50,800)]);

//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
Point(290,800-8),Point(290,700+8),
Point(290+2,700+8),Point(290,700),
Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
Point(290,800)]);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
Point(290,340-8),Point(290,240+8),
Point(290+2,240+8),Point(290,240),
Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
Point(290,340)]);
Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
Point(290,700-8),Point(290,340+8),
Point(290+2,340+8),Point(290,340),
Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),

```

```

        Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
        Point(290,700)];
Canvas.MoveTo(280,700);
Canvas.LineTo(300,700);
//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,800),Point(350+2,800-8),
        Point(350,800-8),Point(350,207+8),
        Point(350+2,207+8),Point(350,207),
        Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
        Point(350,800-8),Point(350-2,800-8),
        Point(350,800)]);
Canvas.MoveTo(340,800);
Canvas.LineTo(360,800);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].LO)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
        'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length])+' m');
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end;//BM
//
if ColumnPos='BR' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75,100);
Canvas.LineTo(60+75,175);
Canvas.LineTo(60-25,175);
Canvas.MoveTo(60-25,240);
Canvas.LineTo(60+75,240);
Canvas.LineTo(60+75,800);
Canvas.MoveTo(135+75,100);
Canvas.LineTo(135+75,800);
Canvas.MoveTo(40,800);
Canvas.LineTo(155+150,800);
Canvas.Polyline([Point(135+37,920),Point(135+37+5,920-15),
        Point(135+37,920-15),Point(135+37,830+15),
        Point(135+37,830+15),Point(135+37,920-15),
        Point(135+37-5,920-15),Point(135+37,920)]);
Canvas.Arc(135,850,210,900,203,870,142,870);
Canvas.Polyline([Point(135,870),Point(135-4,870-3),Point(135-7,870+12),
        Point(135+4,870+3),Point(135,870)]);
Canvas.TextOut(135+37,920+10,'P = '+
        Format('%6.2f',
        [Element[sElm].ND+Element[sElm].NL])+' kN');

```

```

Canvas.TextOut(225,870,'M = '+
                Format('%6.2f',
                [Element[sElm].Mu_B])+ ' kNm');

//arsiran
for X0:=0 to 18 do
begin
    Canvas.MoveTo(80+10*X0,800);
    Canvas.LineTo(80+10*X0-5,800+15);
end;

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(60-25,175+5);
Canvas.LineTo(135+75-14,175+5);
Canvas.Arc(135+75-18,180,135+75-10,188,135+75-10,184,135+75-14,180);
Canvas.MoveTo(135+75-10,184);
Canvas.LineTo(135+75-10,184+45);

Canvas.MoveTo(60-25,240-5);
Canvas.LineTo(135+60-4,240-5);
Canvas.Arc(135+60-8,227,135+60,235,135+56,235,135+60,231);
Canvas.MoveTo(135+60,231);
Canvas.LineTo(135+60,231-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,800);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,800);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
for X0:=1 to nta do
begin
    Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,800);
    Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
begin
    Canvas.MoveTo(68+75,800);
    Canvas.LineTo(68+75,100);
    Canvas.MoveTo(127+75,800);
    Canvas.LineTo(127+75,100);
end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(60-40,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
begin
    Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,790-X0*13);

```

```

    Canvas.LineTo(130+75,790-X0*13);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
    Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
    Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
    Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
    Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
    Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
    Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
                Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
                Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
                Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
                Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
                Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
                Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
                Point(135-50,800)]);

//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
                Point(290,800-8),Point(290,700+8),
                Point(290+2,700+8),Point(290,700),
                Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
                Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
                Point(290,800)]);

Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
                Point(290,340-8),Point(290,240+8),
                Point(290+2,240+8),Point(290,240),
                Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
                Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
                Point(290,340)]);

Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
                Point(290,700-8),Point(290,340+8),
                Point(290+2,340+8),Point(290,340),
                Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),
                Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
                Point(290,700)]);

```

```

Canvas.MoveTo(280,700);
Canvas.LineTo(300,700);
Canvas.MoveTo(250,240);
Canvas.LineTo(300,240);
//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,800),Point(350+2,800-8),
                Point(350,800-8),Point(350,207+8),
                Point(350+2,207+8),Point(350,207),
                Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
                Point(350,800-8),Point(350-2,800-8),
                Point(350,800)]);
Canvas.MoveTo(340,800);
Canvas.LineTo(360,800);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
               'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length])+' m');
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end://BR
//
if ColumnPos='ML' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75,100);
Canvas.LineTo(60+75,800+135);
Canvas.MoveTo(135+75,100);
Canvas.LineTo(135+75,175);
Canvas.LineTo(230+75,175);
Canvas.MoveTo(230+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,800);
Canvas.LineTo(230+75,800);
Canvas.MoveTo(230+75,800+65);
Canvas.LineTo(135+75,800+65);
Canvas.LineTo(135+75,800+135);

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(230+75,175+5);
Canvas.LineTo(70+4+75,175+5);
Canvas.Arc(70+75,180,78+75,188,74+75,180,70+75,184);
Canvas.MoveTo(70+75,184);
Canvas.LineTo(70+75,184+4.);

```

```

Canvas.MoveTo(230+75,240-5);
Canvas.LineTo(75+4+75,240-5);
Canvas.Arc(75+75,235,75+8+75,235-8,75+75,235-4,75+4+75,235);
Canvas.MoveTo(75+75,231);
Canvas.LineTo(75+75,231-45);

Canvas.MoveTo(230+75,800+5);
Canvas.LineTo(70+4+75,800+5);
Canvas.Arc(70+75,805,78+75,813,74+75,805,70+75,809);
Canvas.MoveTo(70+75,809);
Canvas.LineTo(70+75,809+45);

Canvas.MoveTo(230+75,865-5);
Canvas.LineTo(75+4+75,865-5);
Canvas.Arc(75+75,860,75+8+75,860-8,75+75,860-4,75+4+75,860);
Canvas.MoveTo(75+75,860-4);
Canvas.LineTo(75+75,860-4-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,935);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,935);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
  for X0:=1 to nta do
    begin
      Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
      Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
    end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
  begin
    Canvas.MoveTo(68+75,935);
    Canvas.LineTo(68+75,100);
    Canvas.MoveTo(127+75,935);
    Canvas.LineTo(127+75,100);
  end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(60+45,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(50,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,935-13-X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,935-13-X0*13);
  end;

```

```

for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
Canvas.MoveTo(210+X0*12,805);
Canvas.LineTo(210+X0*12,860);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);

Canvas.Polyline([Point(305,800-10),Point(305,800+15),
Point(305+5,800+15),Point(305-5,865-15),
Point(305,865-15),Point(305,865+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
Point(135-50,800)]);
Canvas.MoveTo(135-60,800);
Canvas.LineTo(135-10,800);
//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
Point(290,800-8),Point(290,700+8),
Point(290+2,700+8),Point(290,700),
Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
Point(290,800)]);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
Point(290,340-8),Point(290,240+8),
Point(290+2,240+8),Point(290,240),

```



```

        Point(290-2, 240+8), Point(290, 240+8),
        Point(290, 340-8), Point(290-2, 340-8),
        Point(290, 340)]);
Canvas.MoveTo(280, 340);
Canvas.LineTo(300, 340);
Canvas.Polyline([Point(290, 700), Point(290+2, 700-8),
        Point(290, 700-8), Point(290, 340+8),
        Point(290+2, 340+8), Point(290, 340),
        Point(290-2, 340+8), Point(290, 340+8),
        Point(290, 700-8), Point(290-2, 700-8),
        Point(290, 700)]);
Canvas.MoveTo(280, 700);
Canvas.LineTo(300, 700);

//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350, 833), Point(350+2, 833-8),
        Point(350, 833-8), Point(350, 207+8),
        Point(350+2, 207+8), Point(350, 207),
        Point(350-2, 207+8), Point(350, 207+8),
        Point(350, 833-8), Point(350-2, 833-8),
        Point(350, 833)]);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75, 700+40, 135+30, 700+70);
Canvas.Rectangle(290-10, 700+40, 290+10, 700+70);
Canvas.Rectangle(290-10, 240+40, 290+10, 240+70);
Canvas.Rectangle(290-10, 340+190-10, 290+10, 340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10, 503-10-10, 350+10, 503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55, 700+45, 'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25, 240+45, ('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
Format('%4d', [Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25, 700+45, ('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d', [Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25, 340+190, ('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d', [Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25, 503-10,
        'H = '+Format('%4.2f', [Element[sElm].Length])+
m');Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end; //ML
//
if ColumnPos='MM' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75, 100);
Canvas.LineTo(60+75, 175);
Canvas.LineTo(60-25, 175);
Canvas.MoveTo(60-25, 240);
Canvas.LineTo(60+75, 240);
Canvas.LineTo(60+75, 800);
Canvas.LineTo(60-25, 800);
Canvas.MoveTo(135+75, 100);
Canvas.LineTo(135+75, 175);
Canvas.LineTo(230+75, 175);

```

```

Canvas.MoveTo(230+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,800);
Canvas.LineTo(230+75,800);
Canvas.MoveTo(230+75,865);
Canvas.LineTo(135+75,865);
Canvas.LineTo(135+75,935);
Canvas.MoveTo(60-25,865);
Canvas.LineTo(60+75,865);
Canvas.LineTo(60+75,935);

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(230+75,175+5);
Canvas.LineTo(60-25,175+5);
Canvas.MoveTo(230+75,240-5);
Canvas.LineTo(60-25,240-5);

Canvas.MoveTo(230+75,800+5);
Canvas.LineTo(60-25,800+5);
Canvas.MoveTo(230+75,865-5);
Canvas.LineTo(60-25,865-5);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,935);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,935);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
  for X0:=1 to nta do
    begin
      Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
      Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
    end;
end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
  begin
    Canvas.MoveTo(68+75,935);
    Canvas.LineTo(68+75,100);
    Canvas.MoveTo(127+75,935);
    Canvas.LineTo(127+75,100);
  end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(20,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(20,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
  end;

```

```

Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,935-8-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,935-8-X0*13);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
Canvas.MoveTo(210+X0*12,805);
Canvas.LineTo(210+X0*12,860);
Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
Canvas.MoveTo(135-X0*12,805);
Canvas.LineTo(135-X0*12,860);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(305,800-10),Point(305,800+15),
Point(305+5,800+15),Point(305-5,865-15),
Point(305,865-15),Point(305,865+10)]);

Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(60-25,800-10),Point(60-25,800+15),
Point(60-25+5,800+15),Point(60-25-5,865-15),
Point(60-25,865-15),Point(60-25,865+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),

```

```

//selimut beton
Canvas.MoveTo(60+75,100);
Canvas.LineTo(60+75,175);
Canvas.LineTo(60-25,175);
Canvas.MoveTo(60-25,240);
Canvas.LineTo(60+75,240);
Canvas.LineTo(60+75,800);
Canvas.LineTo(60-25,800);
Canvas.MoveTo(135+75,100);
Canvas.LineTo(135+75,865);
Canvas.LineTo(135+75,935);
Canvas.MoveTo(60-25,865);
Canvas.LineTo(60+75,865);
Canvas.LineTo(60+75,935);

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(60-25,175+5);
Canvas.LineTo(135+75-14,175+5);
Canvas.Arc(135+75-18,180,135+75-10,188,135+75-10,184,135+75-14,180);
Canvas.MoveTo(135+75-10,184);
Canvas.LineTo(135+75-10,184+45);

Canvas.MoveTo(60-25,240-5);
Canvas.LineTo(135+60-4,240-5);
Canvas.Arc(135+60-8,227,135+60,235,135+56,235,135+60,231);
Canvas.MoveTo(135+60,231);
Canvas.LineTo(135+60,231-45);

Canvas.MoveTo(60-25,800+5);
Canvas.LineTo(135+75-14,800+5);
Canvas.Arc(135+75-18,805,135+75-10,805+8,135+75-10,805+4,135+75-
14,805);
Canvas.MoveTo(135+75-10,809);
Canvas.LineTo(135+75-10,809+45);

Canvas.MoveTo(60-25,865-5);
Canvas.LineTo(135+60-4,865-5);
Canvas.Arc(135+60-8,860-8,135+60,860,135+56,860,135+60,860-4);
Canvas.MoveTo(135+60,856);
Canvas.LineTo(135+60,856-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,935);
Canvas.LineTo(65+75,100);
Canvas.MoveTo(135-5+75,935);
Canvas.LineTo(130+75,100);
if nta>0 then
  for X0:=1 to nta do
    begin
      Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
      Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,100);
    end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
  begin
    Canvas.MoveTo(68+75,935);
    Canvas.LineTo(68+75,100);
    Canvas.MoveTo(127+75,935);
    Canvas.LineTo(127+75,100);
  end;

```

```

end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(20,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(20,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,113+X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,113+X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,935-8-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,935-8-X0*13);
end;

for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
Canvas.MoveTo(135-X0*12,805);
Canvas.LineTo(135-X0*12,860);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,100);
Canvas.LineTo(220,100);
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(60-25,800-10),Point(60-25,800+15),
Point(60-25+5,800+15),Point(60-25-5,865-15),
Point(60-25,865-15),Point(60-25,865+10)]);

```

```

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
    Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
    Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
    Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+3),
    Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
    Point(135-50,800)]);
//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
    Point(290,800-8),Point(290,700+8),
    Point(290+2,700+8),Point(290,700),
    Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
    Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
    Point(290,800)]);
Canvas.MoveTo(250,240);
Canvas.LineTo(300,240);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
    Point(290,340-8),Point(290,240+8),
    Point(290+2,240+8),Point(290,240),
    Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
    Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
    Point(290,340)]);
Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
    Point(290,700-8),Point(290,340+8),
    Point(290+2,340+8),Point(290,340),
    Point(290-2,340+3),Point(290,340+8),
    Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
    Point(290,700)]);
Canvas.MoveTo(280,700);
Canvas.LineTo(300,700);
Canvas.MoveTo(250,800);
Canvas.LineTo(300,800);

//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,833),Point(350+2,833-8),
    Point(350,833-8),Point(350,207+8),
    Point(350+2,207+8),Point(350,207),
    Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
    Point(350,833-8),Point(350-2,833-8),
    Point(350,833)]);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
    Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
    Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+

```

```

Format('%4d', [Round(Element[sElm].S2)]));
Canvas.TextOut(350-25, 503-10,
'H = '+Format('%4.2f', [Element[sElm].Length])+
m'); Canvas.Pen.Color:=clBlack;
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end; //MR
//
if ColumnPos='TL' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(230+75, 175);
Canvas.LineTo(60+75, 175);
Canvas.LineTo(60+75, 935);

Canvas.MoveTo(230+75, 240);
Canvas.LineTo(135+75, 240);
Canvas.LineTo(135+75, 800);
Canvas.LineTo(230+75, 800);

Canvas.MoveTo(230+75, 865);
Canvas.LineTo(135+75, 865);
Canvas.LineTo(135+75, 935);

//tulangan longitudinal
//Ealok
Canvas.MoveTo(230+75, 175+5);
Canvas.LineTo(65+75, 175+5);

Canvas.MoveTo(230+75, 240-5);
Canvas.LineTo(65+75+5, 240-5);

Canvas.MoveTo(230+75, 800+5);
Canvas.LineTo(70+4+75, 800+5);
Canvas.Arc(70+75, 805, 78+75, 813, 74+75, 805, 70+75, 809);
Canvas.MoveTo(70+75, 809);
Canvas.LineTo(70+75, 809+45);

Canvas.MoveTo(230+75, 865-5);
Canvas.LineTo(75+4+75, 865-5);
Canvas.Arc(75+75, 860, 75+8+75, 860-8, 75+75, 860-4, 75+4+75, 860);
Canvas.MoveTo(75+75, 860-4);
Canvas.LineTo(75+75, 860-4-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75, 935);
Canvas.LineTo(65+75, 185+4);
Canvas.Arc(65+75, 185, 65+75+8, 185+8, 65+75+4, 185, 65+75, 185+4);
Canvas.MoveTo(65+75+4, 185);
Canvas.LineTo(130+75+55, 185);

Canvas.MoveTo(135-5+75, 935);
Canvas.LineTo(130+75, 190+4);
Canvas.Arc(130+75, 190, 130+75+8, 190+8, 130+75+4, 190, 130+75, 190+4);
Canvas.MoveTo(130+75+4, 190);
Canvas.LineTo(130+75+70, 190);

if nta>0 then

```

```

for X0:=1 to nta do
begin
Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,185);
end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(68+75,935);
Canvas.LineTo(68+75,185+4);
Canvas.Arc(68+75,185,68+75+8,185+8,68+75+4,185,68+75,185+4);
Canvas.MoveTo(127+75,935);
Canvas.LineTo(127+75,190+4);
Canvas.Arc(127+75,190,127+75+8,190+8,127+75+4,190,127+75,190+4);
end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(60+45,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(60+45,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(210+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

-
//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
Canvas.MoveTo(65+75,935-13-X0*13);
Canvas.LineTo(130+75,935-13-X0*13);
end;

for X0:=2 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
end;
for X0:=1 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
Canvas.MoveTo(210+X0*12,805);
Canvas.LineTo(210+X0*12,860);

```



```

end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
                Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
                Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(305,800-10),Point(305,800+15),
                Point(305+5,800+15),Point(305-5,865-15),
                Point(305,865-15),Point(305,865+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
                Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
                Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
                Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
                Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
                Point(135-50,800)]);
Canvas.MoveTo(135-60,800);
Canvas.LineTo(135-10,800);
//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
                Point(290,800-8),Point(290,700+8),
                Point(290+2,700+8),Point(290,700),
                Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
                Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
                Point(290,800)]);
Canvas.MoveTo(250,240);
Canvas.LineTo(300,240);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
                Point(290,340-8),Point(290,240+8),
                Point(290+2,240+8),Point(290,240),
                Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
                Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
                Point(290,340)]);
Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
                Point(290,700-8),Point(290,340+8),
                Point(290+2,340+8),Point(290,340),
                Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),
                Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
                Point(290,700)]);
Canvas.MoveTo(280,700);
Canvas.LineTo(300,700);

//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,833),Point(350+2,833-8),
                Point(350,833-8),Point(350,207+8),
                Point(350+2,207+8),Point(350,207),
                Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
                Point(350,833-8),Point(350-2,833-8),
                Point(350,833)]);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;

```

```

Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length]))+'
m');Canvas.Pen.Color:=clBlack;
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end;//TL
//
if ColumnPos='TM' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60-25,175);
Canvas.LineTo(230+75,175);
Canvas.MoveTo(60-25,240);
Canvas.LineTo(60+75,240);
Canvas.LineTo(60+75,800);
Canvas.LineTo(60-25,800);
Canvas.MoveTo(230+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,240);
Canvas.LineTo(135+75,800);
Canvas.LineTo(230+75,800);
Canvas.MoveTo(230+75,865);
Canvas.LineTo(135+75,865);
Canvas.LineTo(135+75,935);
Canvas.MoveTo(60-25,865);
Canvas.LineTo(60+75,865);
Canvas.LineTo(60+75,935);

//tulangan longitudinal
//Balok
Canvas.MoveTo(230+75,175+5);
Canvas.LineTo(60-25,175+5);
Canvas.MoveTo(230+75,240-5);
Canvas.LineTo(60-25,240-5);

Canvas.MoveTo(230+75,800+5);
Canvas.LineTo(60-25,800+5);
Canvas.MoveTo(230+75,865-5);
Canvas.LineTo(60-25,865-5);

//Kolom
Canvas.MoveTo(60+5+75,935);
Canvas.LineTo(65+75,185+4);
Canvas.Arc(65+75-8,185,65+75,185+8,65+75,185+4,65+75-4,185);
Canvas.MoveTo(65+75-4,185);

```

```

Canvas.LineTo(65+75-70,185);

Canvas.MoveTo(135-5+75,935);
Canvas.LineTo(130+75,185+4);
Canvas.Arc(130+75,185,130+75+8,185+8,130+75+4,185,130+75,185+4);
Canvas.MoveTo(135+75+4,185);
Canvas.LineTo(135+75+70,185);

if nta>0 then
  for X0:=1 to nta do
    begin
      Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
      Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,180);
    end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
  begin
    Canvas.MoveTo(68+75,935);
    Canvas.LineTo(68+75,180);
    Canvas.Arc(68+75-8,185,68+75,185+8,68+75,185+4,68+75-4,185);
    Canvas.MoveTo(127+75,935);
    Canvas.LineTo(127+75,180);
    Canvas.Arc(127+75,185,127+75+8,185+8,127+75+4,185,127+75,185+4);
  end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(20,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(20,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(135+75+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
    Canvas.MoveTo(65+75,935-13-X0*13);
    Canvas.LineTo(130+75,935-13-X0*13);
  end;

for X0:=1 to 6 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75+X0*10,180);
    Canvas.LineTo(65+75+X0*10,235);
  end;

for X0:=0 to 7 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
    Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
  end;

for X0:=0 to 5 do
  begin
    Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);

```

```

        Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
    end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
    Canvas.MoveTo(210+X0*12,180);
    Canvas.LineTo(210+X0*12,235);
    Canvas.MoveTo(210+X0*12,805);
    Canvas.LineTo(210+X0*12,860);
    Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
    Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
    Canvas.MoveTo(135-X0*12,805);
    Canvas.LineTo(135-X0*12,860);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDot;
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(305,175-10),Point(305,175+15),
    Point(305+5,175+15),Point(305-5,240-15),
    Point(305,240-15),Point(305,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(305,800-10),Point(305,800+15),
    Point(305+5,800+15),Point(305-5,865-15),
    Point(305,865-15),Point(305,865+10)]);

Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
    Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
    Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(60-25,800-10),Point(60-25,800+15),
    Point(60-25+5,800+15),Point(60-25-5,865-15),
    Point(60-25,865-15),Point(60-25,865+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
    Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
    Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
    Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
    Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
    Point(135-50,800)]);
Canvas.MoveTo(135-60,800);
Canvas.LineTo(135-10,800);
//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
    Point(290,800-8),Point(290,700+8),
    Point(290+2,700+8),Point(290,700),
    Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
    Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
    Point(290,800)]);
Canvas.MoveTo(250,240);
Canvas.LineTo(300,240);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
    Point(290,340-8),Point(290,240+8),
    Point(290+2,240+8),Point(290,240),
    Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
    Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
    Point(290,340)]);

```

```

        Point(290,340)];
Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
                Point(290,700-8),Point(290,340+8),
                Point(290+2,340+8),Point(290,340),
                Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),
                Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
                Point(290,700)]);
Canvas.MoveTo(280,700);
Canvas.LineTo(300,700);

//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,833),Point(350+2,833-8),
                Point(350,833-8),Point(350,207+8),
                Point(350+2,207+8),Point(350,207),
                Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
                Point(350,833-8),Point(350-2,833-8),
                Point(350,833)]);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)]));
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)]));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
                             Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)]));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
               'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length]))+'
m');Canvas.Pen.Color:=clBlack;
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end;//TM
//
if ColumnPos='TR' then
begin
with Img_Kolom do
begin
//selimut beton
Canvas.MoveTo(60-25,175);
Canvas.LineTo(135+75,175);
Canvas.MoveTo(60-25,240);
Canvas.LineTo(60+75,240);
Canvas.LineTo(60+75,800);
Canvas.LineTo(60-25,800);
Canvas.MoveTo(135+75,175);
Canvas.LineTo(135+75,935);
Canvas.MoveTo(60-25,865);
Canvas.LineTo(60+75,865);
Canvas.LineTo(60+75,935);

//tulangan longitudinal

```

```

//Balok
Canvas.MoveTo(60-25,175+5);
Canvas.LineTo(130+75,175+5);

Canvas.MoveTo(60-25,240-5);
Canvas.LineTo(130+70,240-5);

Canvas.MoveTo(60-25,800+5);
Canvas.LineTo(135+75-14,800+5);
Canvas.Arc(135+75-18,805,135+75-10,805+8,135+75-10,805+4,135+75-
14,805);
Canvas.MoveTo(135+75-10,809);
Canvas.LineTo(135+75-10,809+45);

Canvas.MoveTo(60-25,865-5);
Canvas.LineTo(135+60-4,865-5);
Canvas.Arc(135+60-8,860-8,135+60,860,135+56,860,135+60,860-4);
Canvas.MoveTo(135+60,856);
Canvas.LineTo(135+60,856-45);

//Kolom
Canvas.MoveTo(65+75,935);
Canvas.LineTo(65+75,190+4);
Canvas.Arc(65+75-8,190,65+75,190+8,65+75,190+4,65+75-4,190);
Canvas.MoveTo(65+75-4,190);
Canvas.LineTo(65+75-70,190);

Canvas.MoveTo(135-5+75,935);
Canvas.LineTo(130+75,185+4);
Canvas.Arc(130+75-8,185,130+75,185+8,130+75,185+4,130+75-4,185);
Canvas.MoveTo(130+75-4,185);
Canvas.LineTo(65+75-55,185);
if nta>0 then
for X0:=1 to nta do
begin
Canvas.MoveTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,935);
Canvas.LineTo(135+Round(75/(nta+1))*X0,180);
end;

if Element[sElm].N_bawah > 0 then
begin
Canvas.MoveTo(68+75,935);
Canvas.LineTo(68+75,180);
Canvas.Arc(68+75-8,190,68+75,190+8,68+75,190+4,68+75-4,190);
Canvas.MoveTo(127+75,935);
Canvas.LineTo(127+75,180);
Canvas.Arc(127+75-8,185,127+75,185+8,127+75,185+4,127+75-4,185);
end;

Canvas.Pen.Style:=psDash;
Canvas.MoveTo(20,175+32);
Canvas.LineTo(230+75+50,175+32);
Canvas.MoveTo(20,832);
Canvas.LineTo(230+75+50,832);
Canvas.MoveTo(135-60,700);
Canvas.LineTo(135+75+20,700);
Canvas.Pen.Style:=psSolid;

//tulangan geser kolom
for X0:=0 to 4 do

```

```

begin
  Canvas.MoveTo(65+75,240+X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,240+X0*13);
  Canvas.MoveTo(65+75,800-X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,800-X0*13);
  Canvas.MoveTo(65+75,935-13-X0*13);
  Canvas.LineTo(130+75,935-13-X0*13);
end;

for X0:=2 to 7 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,175+X0*8);
  Canvas.LineTo(130+75,175+X0*8);
end;
for X0:=1 to 7 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,800+X0*8);
  Canvas.LineTo(130+75,800+X0*8);
end;

for X0:=0 to 5 do
begin
  Canvas.MoveTo(65+75,430+X0*20);
  Canvas.LineTo(130+75,430+X0*20);
end;

//tulangan geser balok
for X0:=0 to 7 do
begin
  Canvas.MoveTo(135-X0*12,180);
  Canvas.LineTo(135-X0*12,235);
  Canvas.MoveTo(135-X0*12,805);
  Canvas.LineTo(135-X0*12,860);
end;

//gambar pelengkap
Canvas.Pen.Style:=PsDashDotDot;
Canvas.MoveTo(125,935);
Canvas.LineTo(220,935);
Canvas.Pen.Style:=PsSolid;
Canvas.Polyline([Point(60-25,175-10),Point(60-25,175+15),
  Point(60-25+5,175+15),Point(60-25-5,240-15),
  Point(60-25,240-15),Point(60-25,240+10)]);
Canvas.Polyline([Point(60-25,800-10),Point(60-25,800+15),
  Point(60-25+5,800+15),Point(60-25-5,865-15),
  Point(60-25,865-15),Point(60-25,865+10)]);

//Gambar Panah
//L0
Canvas.Polyline([Point(135-50,800),Point(135-50+2,800-8),
  Point(135-50,800-8),Point(135-50,700+8),
  Point(135-50+2,700+8),Point(135-50,700),
  Point(135-50-2,700+8),Point(135-50,700+8),
  Point(135-50,800-8),Point(135-50-2,800-8),
  Point(135-50,800)]);

//geser sendi plastis
Canvas.Polyline([Point(290,800),Point(290+2,800-8),
  Point(290,800-8),Point(290,700+8),
  Point(290+2,700+8),Point(290,700),
  Point(290,700)]);

```

```

        Point(290-2,700+8),Point(290,700+8),
        Point(290,800-8),Point(290-2,800-8),
        Point(290,800)]];
Canvas.MoveTo(250,240);
Canvas.LineTo(300,240);
Canvas.Polyline([Point(290,340),Point(290+2,340-8),
        Point(290,340-8),Point(290,240+8),
        Point(290+2,240+8),Point(290,240),
        Point(290-2,240+8),Point(290,240+8),
        Point(290,340-8),Point(290-2,340-8),
        Point(290,340)]);
Canvas.MoveTo(280,340);
Canvas.LineTo(300,340);
Canvas.Polyline([Point(290,700),Point(290+2,700-8),
        Point(290,700-8),Point(290,340+8),
        Point(290+2,340+8),Point(290,340),
        Point(290-2,340+8),Point(290,340+8),
        Point(290,700-8),Point(290-2,700-8),
        Point(290,700)]);
Canvas.MoveTo(250,700);
Canvas.LineTo(300,700);
Canvas.MoveTo(250,800);
Canvas.LineTo(300,800);

//tinggi kolom
Canvas.Polyline([Point(350,832),Point(350+2,832-8),
        Point(350,832-8),Point(350,207+8),
        Point(350+2,207+8),Point(350,207),
        Point(350-2,207+8),Point(350,207+8),
        Point(350,832-3),Point(350-2,832-8),
        Point(350,832)]);

//Dimensi dan teman-teman
Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Canvas.Rectangle(135-75,700+40,135-30,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,700+40,290+10,700+70);
Canvas.Rectangle(290-10,240+40,290+10,240+70);
Canvas.Rectangle(290-10,340+190-10,290+10,340+190+20);
Canvas.Rectangle(350-10,503-10-10,350+10,503-10+20);
Canvas.TextOut(135-50-55,700+45,'Lo = '+FloatToStr(Element[sElm].L0)+'
mm');
Canvas.TextOut(290-25,240+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,700+45,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S1)])));
Canvas.TextOut(290-25,340+190,('D'+Edit_C_Ds.Text+' - '+
        Format('%4d',[Round(Element[sElm].S2)])));
Canvas.TextOut(350-25,503-10,
        'H = '+Format('%4.2f',[Element[sElm].Length])+'
m');Canvas.Pen.Color:=clBlack;
Canvas.Pen.Color:=clBlack;
end;
end;//TR
//
end;

PageControl.ActivePage:=TbSht_ColumnGraph;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_ResutClick(Sender: TObject);

```



```

begin
  if ClickExeC then
    PageControl.ActivePage:=TbSht_ColumnOut;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_ResultBClick(Sender: TObject);
begin
  if ClickExeB then
    PageControl.ActivePage:=TbSht_BeamOut;
end;

procedure TForm_READER.SB_HelpClick(Sender: TObject);
begin
  Form_HELP.ShowModal;
end;

procedure TForm_READER.SB_AboutClick(Sender: TObject);
begin
  Form_ABOUT.ShowModal;
end;

procedure TForm_READER.SpBtn_SGClick(Sender: TObject);
begin
  PageControl.ActivePage:=TbSht_SG;
end;

procedure TForm_READER.SpeedButton1Click(Sender: TObject);
var Y0, Section, ce, tx, LcRow, ElmRow, NumLc, Elt,
    Ysec1, Ysec2, Xsec, PtI                : Integer;
    MaxMomentV, MinMomentV                : Single;
    ElmMoment : Array [1..30] of Single;
    ElmDist   : Array [1..30] of Single;
begin
  if SelectFile<>' ' then
  begin
    Image_Moment.Canvas.Pen.Width:=2;
    Image_Moment.Canvas.Rectangle(0, 0, Image_Moment.Width, Image_Moment.Height);
    Y0:=Round(Image_Moment.Height/2);
    Image_Moment.Canvas.Pen.Width:=1;

    NumLc:=StrToInt(ListBox_LC.Items.Strings[ListBox_LC.ItemIndex]);
    Elt:=StrToInt(ListBox_Moment.Items.Strings[ListBox_Moment.ItemIndex]);

    for tx:=1 to StrGrd_SG.RowCount-1 do
      begin
        ce:=StrToInt(StrGrd_SG.Cells[0, tx]);
        ElmRow:=tx;
        if ce=Elt then Break;
      end;
    for tx:=Elt to StrGrd_SG.RowCount-1 do
      begin
        ce:=StrToInt(StrGrd_SG.Cells[1, tx]);
        LcRow:=tx;
        if ce=NumLc then Break;
      end;
    Section:=0;
  end;
end;

```

```

for tx:=1 to 30 do
begin
  if (tx+LcRow)>StrGrd_SG.RowCount then Break;
  if StrToInt(StrGrd_SG.Cells[1,LcRow+tx-1])<>NumLc then Break;
  ElmMoment[tx]:=StrToFloat(StrGrd_SG.Cells[3,LcRow+tx-1]);
  ElmDisc[tx]:=StrToFloat(StrGrd_SG.Cells[2,LcRow+tx-1]);
  inc(Section);
end;

MaxMomentV:=ElmMoment[1];
for tx:=1 to Section do
begin
  if abs(ElmMoment[tx])>=MaxMomentV then
    MaxMomentV:=abs(ElmMoment[tx]);
end;

//Draw Axis
with Image_Moment do
begin
  Canvas.Font.Name:='Arial';
  Canvas.Font.Color:=clBlack;
  Canvas.Font.Size:=10;
  Canvas.Font.Style:=[fsBold];
  Canvas.TextOut(Round(Width/2)-100,3,'Element '+IntToStr(Elt)+
    ' - Load Combination
'+IntToStr(NumLc));
  Canvas.Font.Style:=[];
  Canvas.Font.Size:=8;
  Canvas.Pen.Width:=2;
  Canvas.MoveTo(0,Round(Height/2));
  Canvas.LineTo(Width,Round(Height/2));

  Xsec:=Round((Width-40)/(Section-1));

  Canvas.Font.Name:='SmallFont';
  Canvas.Font.Size:=6;

  Canvas.Pen.Width:=1;
  Canvas.Pen.Color:=clNavy;
  Canvas.MoveTo(10,Y0);

  Canvas.MoveTo(10,Y0);
  for tx:=1 to Section do
  begin
    PtI:=tx-1;
    if ElmMoment[tx]<>0 then
      Ysec1:=Round( abs(ElmMoment[tx]/MaxMomentV)*(Y0-10) );
    if ElmMoment[tx]<=0 then
      begin
        Canvas.LineTo(10+(PtI*Xsec),Y0-Ysec1);
        Canvas.LineTo(10+(PtI*Xsec),Y0);
        Canvas.MoveTo(10+(PtI*Xsec),Y0-Ysec1)
      end
    else
      begin
        Canvas.LineTo(10+(PtI*Xsec),Y0+Ysec1);
        Canvas.LineTo(10+(PtI*Xsec),Y0);
        Canvas.MoveTo(10+(PtI*Xsec),Y0+Ysec1)
      end;
  end;
end;

```

```

Canvas.Font.Color:=clblack;
for tx:=0 to Section-1 do
begin
  Canvas.MoveTo(10+tx*Xsec, Round(Height/2));
  Canvas.LineTo(10+tx*Xsec, Round(Height/2)+5);
  Canvas.TextOut(10+tx*Xsec-8, Round(Height/2)+10,
    Format('%6.2f', [ElmDist[tx+1]]));
end;

Canvas.Font.Color:=clRed;
for tx:=1 to Section do
begin
  PtI:=tx-1;
  if ElmMoment[tx]<>0 then
    Ysec1:=Round( abs(ElmMoment[tx]/MaxMomentV)*(Y0-10) );
  if ElmMoment[tx]<=0 then
    Canvas.TextOut(8+(PtI*Xsec), Y0-Ysec1,
      Format('%6.2f', [ElmMoment[tx]]))
  else
    Canvas.TextOut(8+(PtI*Xsec), Y0+Ysec1,
      Format('%6.2f', [ElmMoment[tx]]));
end;

end;
end;
end;

end. // end of project

```

CONTOH FORMAT INPUT

DATA SAP90

VERIFIKASI BENTANG 6 M
SYSTEM
L=5

JOINTS

1	X=0	Y=0	
3	X=12		G=1,3,1
4	X=0	Y=4.5	
6	X=12		
37	X=0	Y=43	
39	X=12		Q=4,6,37,39,1,3

RESTRAINTS

1,39,1	R=0,0,1,1,1,0
1,3,1	R=1,1,1,1,1,1

LOADS

4	F=5.83	L=5	: BEBAN GEMPA
7	F=9.76		
10	F=14.03		
13	F=18.30		
16	F=22.57		
19	F=26.84		
22	F=31.11		
25	F=35.38		
28	F=39.65		
31	F=43.92		
34	F=48.19		
37	F=36.92		
4,34,3	F=0,-51.238*0.5,0	L=3	: BEBAN MATI TERPUSAT
5,35,3	F=0,-51.238,0		
6,36,3	F=0,-51.238*0.5,0		
37	F=0,-44.175*0.5,0		
38	F=0,-44.175,0		
39	F=0,-44.175*0.5,0		
4,34,3	F=0,-31.932*0.5,0	L=4	: BEBAN HIDUP TERPUSAT
5,35,3	F=0,-31.932,0		
6,36,3	F=0,-31.932*0.5,0		
37	F=0,-24.869*0.5,0		
38	F=0,-24.869,0		
39	F=0,-24.869*0.5,0		

FRAME

NM=2	Y=-1	NL=4	NSEC=10	
1	SH=R	T=0.6,0.35	E=2E7	W=24*0.6*0.35 : BALOK
2	SH=R	T=0.6,0.6	E=2E7	W=24*0.6*0.6 : KOLOM
1	WL=0,	-10.23		: BM ATAP
2	WL=0,	-2.0056		: BH ATAP
3	WL=0,	-21.82		: BM LANTAI
4	WL=0,	-5.014		: BH LANTAI
C	----- KOLOM -----			
1,1,4	G=11,3,3,3	LP=1	M=2	

2,2,5	G=11,3,3,3	LP=1	M=2
3,3,6	G=11,3,3,3	LP=1	M=2
C	----- BALOK LANTAI -----		
37,4,5	G=10,3,3,3	LP=1	M=1 NSL=3,4
38,5,6	G=10,3,3,3	LP=1	M=1 NSL=3,4
C	----- BALOK ATAP -----		
69,37,38	G=1,1,1,1	LP=1	M=1 NSL=1,2

COMBO

1	C=1,0,1,0,0
2	C=0,1,0,1,0
3	C=0,0,0,0,1
4	C=1.2,1.6,1.2,1.6,0
5	C=1.05,1.05,1.05,1.05,1.05
6	C=1.05,1.05,1.05,1.05,-1.05
7	C=0.9,0,0.9,0,0.9
8	C=0.9,0,0.9,0,-0.9