

**TUGAS AKHIR
KOMUTERISASI PERANCANGAN
GEDUNG BERTINGKAT
(SKSNI T-15-1991-03)**

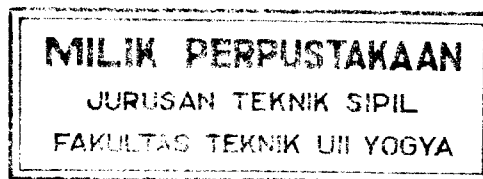


Tri Indro Purnomo

Nb. Mhs. : 90 310 007
Nirm. : 900051013114120171

Machmud Fauzy Ridjal

Nb. Mhs. : 90 310 121
Nirm. : 900051013114120105



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
1996**

**TUGAS AKHIR
KOMPUTERISASI PERANCANGAN
GEDUNG BERTINGKAT
(SKSNI T-15-1991-03)**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Tri Indro Purnomo

**No. Mhs. : 90 310 007
Nirm. : 900051013114120171**

Machmud Fauzy Ridjal

**No. Mhs. : 90 310 121
Nirm. : 900051013114120105**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
1996**

**TUGAS AKHIR
KOMPUTERISASI PERANCANGAN
GEDUNG BERTINGKAT
(SKSNI T-15-1991-03)**

Tri Indro Purnomo

No. Mhs. : 90 310 007
Nirm. : 900051013114120171

Machmud Fauzy Ridjal

No. Mhs. : 90 310 121
Nirm. : 900051013114120105

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Ir. Widodo, MSCE, Ph.D

Dosen Pembimbing I

Ir. Ilman Noor, MSc.

Dosen Pembimbing II


Tanggal :


Tanggal : 4-7-1996

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi banyak kenikmatan serta kemudahan hingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Ilmu teknik sipil sangat berperan pada era pembangunan saat ini dan dalam era tersebut globalisasi dalam bidang komputer tidak dapat dihindarkan.

Penggunaan komputer sebagai alat bantu sering terhambat karena software atau program yang ada tidak sesuai dengan peraturan yang ditetapkan diIndonesia. Oleh karena itu pembuatan software yang mengacu pada peraturan yang berlaku di Indonesia sangat dibutuhkan.

Dalam tugas akhir ini kami mencoba merintis pembuatan program yang sesuai dengan peraturan yang berlaku tersebut.

Selama penyusunan tugas akhir ini kami mendapat banyak masukan, petunjuk serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Susastrawan, MS. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Ir, Widodo, MSCE, Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE. Selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Fatkhurrahman N dan Ir.A Kadir Aboe MS. Selaku Dosen yang telah beri banyak masukan.
6. Kepada Orang tua dan keluarga penyusun, yang telah memberikan dorongan moril dan materiil selama ini.
7. Kepada sdr Nur Cahyo yang telah banyak membantu menyediakan hardware.
8. Kepada semua pihak yang langsung maupun tidak langsung turut membantu kelancaran penyusunan tugas akhir ini.

Semoga atas segala bantuannya, mendapat ridho dari Allah dan dicatat sebagai amal kebaikan. Penyusun menyadari bahwa tugas akhir inipun tidak luput dari kesalahan, oleh sebab itu penyusun mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik untuk penyempurnaannya.

Yogyakarta, 8 Mei 1996

Penyusun

(Rijal dan Purnomo)

- > Untuk yang selalu mencurahkan kasih sayangnya :
- > *Ayah, Ibu, kakak, adik-adik dan rekan-rekan*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah dan Istilah	3
1.4. Maksud dan Tujuan	4
1.5. Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	6
2.2. Microfeap II	7
2.3. Framex	7
2.4. Procon	8
2.5. Program-program Lain	9
2.6. Permasalahan	9
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Pengaruh Gempa	10
3.1.1. Prinsip-prinsip Perencanaan Struktur Tahan Gempa	10
3.1.2. Analisis Beban Statik Ekuivalen.....	11

3.1.2.1. Beban Geser Dasar Akibat	
Gempa	11
3.1.2.2. Koefisien Gempa Dasar (C)	12
3.1.2.3. Faktor Keutamaan (I)	12
3.1.2.4. Faktor Jenis Struktur (K)	13
3.1.2.5. Waktu Getar Alami Struktur	
Gedung	13
3.1.2.6. Distribusi Beban Geser Dasar	
Akibat Gempa	14
3.2. Analisis Struktur	15
3.3. Perancangan Beton	17
3.3.1. Kuat Nominal Balok	20
3.3.2. Perancangan Balok Tulangan	
Sebelah	21
3.3.3. Kuat Nominal Balok Tulangan	
Rangkap	22
3.4. Perancangan Kolom	26
3.5. Perancangan Plat	30
BAB IV	PROSES PEMROGRAMAN
4.1. Umum	34
4.2. Perhitungan Gempa	34
4.2.1. Langkah-langkah Perhitungan Gempa .	34
4.2.2. Flow Chart Gempa	39
4.3. Perhitungan Analisis Struktur	44
4.3.1. Langkah-langkah Perhitungan	
Takabaya	44

4.3.2.	Flow Chart Analisis Struktur	46
4.4.	Perancangan Balok	46
4.4.1.	Langkah-langkah Perancangan Balok ..	46
4.4.1.1.	Desain Balok Bertulangan Sebelah	57
4.4.1.2.	Desain Balok Bertulangan Rangkap	58
4.4.2.	Langkah-langkah Analisa Balok	61
4.4.3.	Flow Chart Balok	63
4.5.	Perancangan Kolom	69
4.5.1.	Langkah-langkah Analisa Kolom	69
4.5.2.	Flow Chart Analisa Kolom	74
4.6.	Perancangan Plat	78
4.6.1.	Langkah-langkah Perancangan Plat ..	78
4.6.2.	Flow Chart Perancangan Plat	84
BAB V	MODEL KAJIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1.	Data Struktur	89
5.1.1.	Perhitungan Beban	90
5.2.	Validasi Program	92
5.2.1.	Gaya gempa	92
5.2.2.	Analisis Struktur	93
5.2.3.	Perancangan Beton	96
5.2.3.1.	Desain Balok	96
5.2.3.2.	Analisa Balok	98
5.2.3.3.	Analisa Kolom	100
5.2.3.4.	Perancangan Plat	101

5.3. Pembahasan	102
5.3.1. Gaya gempa	103
5.3.2. Analisis Struktur	103
5.3.3. Perancangan Beton	104
5.3.4. Program Komputer	104
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	105
6.2. Saran	105

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- Lampiran Manual Gempa
- Lampiran Manual Analisis Struktur
- Lampiran Manual Perancangan Balok
- Lampiran Manual Perancangan Kolom
- Lampiran Manual Perancangan Plat
- Lampiran Hasil Perhitungan Komputer
- Lampiran List Gempa
- Lampiran List Takabeya
- Lampiran List Desain Balok
- Lampiran List Analisa Balok
- Lampiran List Analisa Kolom
- Lampiran List Perancangan Plat

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Keterangan
3.1.	Pengaruh beban pada bentang
3.2	Distribusi tegangan dan regangan pada tampang balok tulangan sebelah
3.3.	Desain Balok bertulangan Rangkap
3.4.	Tegangan dan Gaya-gaya pada kolom
5.1.	Denah Kampus
5.2.	Portal III

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Keterangan
3.1.	Koefisien Momen
3.2.	Tebal Minimum Plat Satu Arah
5.1.	Validasi Berat Lantai
5.2.	Validasi Kekakuan
5.3.	Validasi Gaya Gempa
5.4.	Validasi Kekakuan Relatif
5.5.	Validasi Faktor Distribusi
5.6.	Validasi Distribusi Awal
5.7.	Validasi Distribusi Momen
5.8.	Validasi Distribusi Momen Penggoyangan
5.9.	Validasi Momen Akhir
5.10.	Validasi Desain Balok 1
5.11.	Validasi Desain Balok 2
5.12.	Validasi Analisa Balok 1
5.13.	Validasi Analisa Balok 2
5.14.	Validasi Analisa Kolom 1
5.15.	Validasi Analisa Kolom 2
5.16.	Validasi Analisa Plat

DAFTAR NOTASI

f'_c	= kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa
f_y	= tegangan leleh yang disyaratkan dari tulangan non-pratekan, Mpa
l_n	= bentang bersih
A'_s	= luas tulangan desak
A_s	= luas tulangan tarik
b	= lebar dari muka tekan komponen struktur
d	= jarak dari serat desak terluar ke pusat tulangan tarik
E_c	= modulus elastisitas beton, Mpa
E_s	= modulus elastisitas tulangan, Mpa
ρ	= rasio tulangan tarik non pratekan
ρ'	= rasio tulangan desak non pratekan
ρ_b	= rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang
ϕ	= faktor reduksi kekuatan
a	= tinggi blok tegangan persegi ekivalen
c	= jarak dari serat desak terluar ke garis netral
C_m	= faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekivalen
f_s	= tegangan dalam tulangan yang dihitung pada beban kerja

- h = tinggi total komponen struktur
 k = faktor panjang efektif komponen struktur desak
 l_u = panjang komponen struktur desak yang tidak ditopang
 M_c = momen terfaktor yang digunakan untuk perencanaan komponen struktur desak.
 r = radius girasi suatu penampang komponen struktur desak
 P_b = kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang
 P_u = kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan
 P_u = beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan
 M_r = momen yang digunakan untuk perencanaan komponen struktur
 M_u = momen terfaktor yang digunakan untuk perencanaan komponen struktur

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya kemakmuran masyarakat Bangsa Indonesia, sehingga kemajuan ilmu dan teknologi juga meningkat dengan pesat. Hal ini dapat dilihat dengan pesatnya pembangunan dibidang sarana fisik, yangmana banyak didirikan gedung-gedung bertingkat baik didaerah ataupun kota besar. Sehingga perencanaannyapun harus dilakukan dengan tepat dan cepat.

Untuk mendukung hal tersebut perlu adanya alat bantu berupa komputer dengan program-program aplikasinya. Secara umum program-program untuk bidang prancangan struktur gedung telah ada dengan jumlah yang terbatas dan kelemahannya masing-masing. Oleh karena itu kami mencoba membuat program aplikasi yang menggabungkan antara analisis struktur dan perancangan beton.

Analisis struktur sebagai perhitungan untuk mengetahui gaya dan momen yang bekerja, pada program ini digunakan metode Takabeya. Dan untuk perancangan beton yang ditinjau hanya terhadap lentur berdasarkan SKSNI T-15-1991-03. Kemampuan program perancangan beton yaitu dapat merancang sekaligus struktur portal dan merancang untuk tiap batang struktur tersendiri.

Program UNIITS-M1 ini belum dilengkapi dengan kemampuan gambar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ilmu teknik sipil dewasa ini berkembang dengan pesat, seiring dengan meningkatnya kesejahteraan hidup masyarakat. Hal ini dapat dilihat di kota besar, dengan didirikannya gedung-gedung bertingkat. Indonesia dikategorikan sebagai negara yang rawan terhadap bahaya gempa. Hal ini disebabkan karena Indonesia dilalui oleh dua jalur gempa yaitu "Cirkum Pasifik" dan "Trans Asiatic Earthquake Belt", yang mengakibatkan kurang lebih terjadi 400 gempa kecil pertahun. Oleh sebab itu dalam perhitungan perancangan struktur gedung, terutama gedung bertingkat diperlukan perhitungan yang cermat, baik analisis struktur ataupun disain struktur.

Dalam perancangan struktur gedung bertingkat diperlukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya gaya dan momen di setiap bagian (terutama titik buhul). Untuk menyelesaikan analisis struktur telah dibuat banyak metode/cara penyelesaiannya, diantaranya Cross, Kani, Takabeya, dan lain-lainnya. Penyelesaian dengan metode Cross untuk perhitungan portal tingkat banyak sudah tidak praktis, karena adanya pembesaran momen dan banyaknya persamaan yang harus dipecahkan. Kani merupakan penyederhanaan perhitungan Cross. Dan

selanjutnya disempurnakan oleh Takabeya. Metode Takabeya lebih sederhana dan mudah untuk dipelajari karena pada tiap-tiap titik buhul hanya memerlukan satu momen parsial untuk pembesaran momen.

Disain struktur beton di Indonesia berkembang dengan pesat. Terbukti telah dikeluarkannya peraturan baru yaitu "TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG (SK SNI T-15-1991-03)" sebagai pembaharu peraturan lama "PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 (N.I.2)".

Dalam disain struktur beton ada 2 metode perancangan. Pertama, metode tegangan kerja ("elastis") yang mana kekuatan didasarkan pada tegangan kerja yang diijinkan. Kedua, metode kuat batas ("ultimite") yang mana digunakan beban berfaktor dan kekuatan penampang yang dihitung di ambang keruntuhan.

Setiap perancangan gedung bertingkat selalu membutuhkan waktu yang lama, sedangkan waktu serta kesempatan para praktisi terbatas. Sementara perancangan bangunan terus menerus membutuhkan penanganan yang serius. Berdasarkan hal tersebut maka untuk mengefektifkan waktu dan biaya dibutuhkan perangkat lunak untuk membantu menyelesaikan perhitungan tersebut. Salah satu pemecahannya yaitu dengan menggunakan komputer. Di pasaran sudah banyak program-program yang dapat digunakan, tetapi itu

kebanyakan adalah produk dari luar negeri. Akan lebih bermanfaat apabila masalah tersebut diangkat dalam Tugas Akhir.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk perancangan/desain yang cermat dan cepat diperlukan alat bantu. Sebagai penyelesaiannya yaitu komputerisasi perancangan bangunan gedung bertingkat.

1.3. Batasan Masalah dan Istilah

Sebagai batasan dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. bangunan yang mempunyai ketinggian kurang dari 40 m,
2. jenis bangunan berupa portal persegi dan tipikal,
3. beban yang bekerja berupa beban terbagi rata ekuivalen termasuk beban mati dan beban hidup
4. perhitungan gempa berdasarkan PPKGURDG '87,
5. perhitungan analisa struktur tidak berdasarkan desain kapasitas ("Capacity design").
6. untuk struktur beton, yang terdiri dari:
 - a. plat, perancangan untuk penulangan satu arah dan dua arah dengan hasil jumlah tulangan permeter,
 - b. balok, perancangan balok persegi dengan tulangan sebelah dan tulangan rangkap dengan

hasil yang diperoleh adalah jumlah tulangan dan analisa tampang,

c. kolom, analisa dan desain untuk kolom persegi dengan tulangan pokok simetri 2 arah dan tulangan sengkang dengan hasil yang diperoleh adalah jumlah tulangan pokok,

7. desain beton hanya ditinjau akibat lentur saja.

ANALISIS BEBAN STATIK EKIVALEN adalah suatu cara analisa statik struktur, yangmana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban-beban statik horisontal untuk menirukan pengaruh gempa yang sesungguhnya akibat gerakan tanah.

DAKTILITAS adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan-simpangan plastis secara berulang dan bolak-balik di atas titik leleh pertama sambil mempertahankan sebagaian besar dari kemampuan awalnya dalam memikul beban.

1.4. Maksud dan Tujuan

Bagi calon sarjana teknik sipil yang nantinya akan berhadapan dengan kasus perencanaan bangunan serta bagi para praktisi, tentunya hal ini akan menjadi modal yang sangat berharga. Selain proses desain elemen struktur dapat lebih efisien juga waktu perencanaan bangunan dapat diselesaikan dengan cepat.

Adapun tujuan dari pembuatan program komputer tersebut adalah untuk:

1. mempercepat analisis struktur,
2. mempercepat perancangan desain struktur beton,
3. memotivasi/membiasakan para perencana menggunakan peraturan yang baru,

1.5. Manfaat

Secara umum kami berharap program ini dapat turut menjadi salah satu andalan para praktisi serta menjadi salah satu referensi mahasiswa Indonesia dalam menyelesaikan kasus yang sesuai dengan batasan dan peraturan yang telah ditentukan.

Manfaat lain yang diharapkan adalah dalam rangka mengenalkan Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, yang berusaha menciptakan intelektual yang Islami dan muslim yang intelektual.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Untuk merancang/mendesain struktur bangunan, diperlukan penguasaan ilmu tentang struktur, baik analisis struktur, struktur beton, struktur baja dan semua yang berhubungan dengan struktur. Hanya menguasai dasar-dasar atau ilmunya saja tidak cukup, karena masih ada masalah-masalah lain yang harus ditentukan. Keberadaan komputer pada berbagai bidang telah dapat dirasakan manfaatnya. Demikian juga untuk perancangan struktur bangunan, komputer sangat membantu melakukan perhitungan-perhitungan dengan cepat dan teliti. Jika dilakukan dengan manual akan memakan waktu yang lama juga terbatasnya tingkat ketelitian.

Banyak program perhitungan struktur yang dapat digunakan, tetapi umumnya buatan luar negeri. Program-program tersebut memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan program lokal, tetapi juga ada kekurangannya. Adapun program-program tersebut seperti SAP (Structural Analisis Programs), Microfeap, Framex, Reinforce dan lain-lain. Untuk program yang berasal dari dalam negeri/lokal jumlahnya terbatas, seperti Procon dan program-program yang dibuat mahasiswa sebagai Tugas Akhir, kebanyakan program-program tersebut masih sederhana.

2.2. Microfeap II

Program ini digunakan untuk perhitungan analisis struktur. Software Microfeap II dikembangkan oleh K.N. Worsak, Asomporn dan U. Sarun dari Asian Institute of Technology di Bangkok.

Program Microfeap II terdiri dari beberapa modul diantaranya:

1. module Plane Truss/Frame/Wall Structures
2. module Plane Grid/Plate Structures
3. module Plane Stres/Frame Structures
4. module Space Struss/Frame Structures
5. module 3D Membrane Strucutes
6. module 3D Shell Strucuturs

Dari beberapa modul tersebut yang dipasarkan hanya modul Plane Truss/Frame dan Plane Grid/Plate saja, karena dianggap sudah valid.

Hasil dari program Microfeap ini adalah displacement joint, gaya batang, gaya geser, momen, reaksi dukungan dan total volume bahan berdasarkan materialnya. Selain itu disajikan pula grafik kurva elastik, diagram gaya aksial, diagram gaya geser dan diagram moment lentur.

2.3. Framex

Framex adalah program yang dibuat untuk analisis struktur. Seperti halnya microfeap, framex tidak dapat digunakan untuk perancangan struktur beton.

Program ini dimulai dengan memasukkan data koordinat, data batang, data join batang, data dukungan, dan data beban. Data-data tersebut dapat dimasukkan dengan program WS nondokumen atau dengan fasilitas Edit dari Dos, hanya saja susunan data dan urutan penulisan harus benar. Program ini tidak menyediakan fasilitas bantu berupa keterangan-keterangan.

Hasil dari program framex ini adalah displacement joint, gaya batang, gaya geser, momen, reaksi dukungan dan total volume bahan berdasarkan materialnya.

2.4. Procon

Procon adalah sebuah program perhitungan struktur beton. Program ini hasil karya seorang dosen dari Universitas Kristen Petra Surabaya, yang merupakan gabungan program-program tugas akhir mahasiswa bimbingannya.

Procon terdiri dari atas modul yaitu: perhitungan balok, kolom dan plat. Cara penggunaannya dengan memasukkan posisi bentang untuk balok, panjang, lebar, tinggi manfaat, jarak tulangan ke tepi, kuat tekan beton, kuat tarik baja. Untuk beban berupa momen, gaya geser, gaya normal, gaya torsi di tentukan pula posisi beban bekerja.

Hasil perhitungannya berupa jumlah tulangan lentur dan tulangan geser serta dimensi tulangan.

2.5. Program-program Lain

Program-program yang dihasilkan untuk membantu para perencana pada bidang teknik sipil sudah banyak. Baik dari buku-buku umum ataupun hasil tugas akhir. Contoh-contoh program yang ada di dalam buku bahasa Fortran, buku bahasa basic karangan Jogiyanto dapat digunakan, tetapi program-program tersebut sangat sederhana dan masukan datanya sangat banyak sekali dan tidak tersusun dengan baik.

2.6. Permasalahan

Program-program yang telah ada tersebut seluruhnya tidak dapat digunakan untuk menghitung perencanaan beton secara langsung. Program Microfeap II dan Framex hanya untuk menghitung analisis struktur saja. Program Procon dan program-program yang lain hanya menghitung satu persatu elemen yang terdapat pada suatu struktur bangunan, atau dengan kata lain program yang ada saat ini hanya untuk menghitung elemen tunggal baik berupa balok, plat dan kolom saja.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Pengaruh Gempa

Gempa sebagai salah satu peristiwa alam, sering menjadi masalah besar bagi struktur gedung bertingkat. Pada saat terjadi gempa, tanah mengalami getaran dalam berbagai arah sehingga semua bagian yang berdiri di atas tanah ikut bergetar. Tetapi umumnya struktur-struktur bangunan mempunyai kekakuan lateral yang beraneka ragam, sehingga memiliki waktu getar alami (T) yang berbeda-beda pula. Oleh karena itu respon percepatan maksimum struktur tidak selalu sama dengan percepatan getar gempa.

3.1.1. Prinsip-Prinsip Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Prinsip dalam perencanaan struktur gedung tahan gempa adalah struktur gedung tidak rusak akibat gempa-gempa kecil atau sedang. Terhadap gempa kuat yang jarang terjadi, struktur tersebut mampu melakukan perubahan bentuk secara duktail dengan melepaskan energi gempa dan membatasi energi kinetik serta "Strain Energi" yang tersimpan didalam struktur selama terjadi gempa.

Agar struktur gedung dapat memencarkan energi gempa dan berperilaku duktail, maka harus ditentukan

tempat-tempat sendi plastis dan diberi pendetailan. Untuk menjamin agar mekanisme pemencaran energi benar-benar terbentuk pada tempat-tempat tertentu dan berfungsi selama gempa berlangsung, maka pada bagian struktur yang lain harus diberi cadangan kekuatan yang cukup.

Struktur gedung yang mempunyai ketahanan terhadap gempa dengan baik biasanya mempunyai denah yang sederhana, simetris, kekakuan yang seragam dan distribusi massa yang seimbang. Respon akibat dari adanya sayap-sayap pada gedung yang memiliki tonjolan-tonjolan (seperti gedung berbentuk H, U atau L) akan menimbulkan konsentrasi tegangan pada pertemuan antara sayap-sayap tersebut. Oleh karena itu pada bagian-bagian tersebut harus direncanakan berdasarkan analisa dinamik tiga dimensi yang mencakup peninjauan respon terhadap puntir.

Berdasarkan PPKGURDG '87 Pasal 2.3.1. bahwa untuk struktur gedung beraturan sampai ketinggian 40 m dan struktur yang tidak menunjukkan perubahan yang drastis dalam perbandingan antara berat dan kekakuan pada tingkat-tingkatnya, pengaruh gempa rencana dapat ditentukan dengan cara Analisis Beban Ekuivalen Statik.

3.1.2. Analisis Beban Ekuivalen Statik

3.1.2.1. Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Struktur gedung yang mendapat beban gempa harus

direncanakan untuk menahan suatu beban geser dasar (V) akibat gempa. Besarnya beban geser dasar menurut PPKGURDG '87 dapat dinyatakan dalam:

$$V = C.I.K.W_t \dots\dots\dots (3.1)$$

Yangmana: W_t = Kombinasi dari beban mati seluruhnya dan beban hidup vertikal yang direduksi

3.1.2.2. Koefisien Gempa Dasar (C)

Koefisien gempa dasar adalah koefisien yang dipakai untuk menentukan gaya geser dasar (V), akibat gempa. Koefisien tersebut ditentukan dengan membuat spektra percepatan struktur pada derajat kebebasan tunggal akibat gempa dengan memperhitungkan tingkat daktilitas struktur yang dikehendaki. Koefisien ini tergantung pada wilayah gempa, waktu getar alami dan kondisi tanah. Nilai koefisien gempa dasar dapat dilihat pada PPKGURDG '87 gambar 2.3 dan untuk pembagian wilayah gempa pada gambar 2.2, sedangkan untuk waktu getar alami (T) dibahas tersendiri.

3.1.2.3. Faktor Keutamaan (I)

Tingkat kepentingan suatu struktur terhadap bahaya gempa berbeda-beda tergantung pada fungsinya. Oleh karena itu semakin penting struktur tersebut semakin besar perlindungan yang harus diberikan. Tingkat perlindungan tersebut dinyatakan dalam suatu faktor yaitu faktor keutamaan (I). Untuk gedung-gedung biasa

seperti sekolah, rumah sakit, tempat orang berkumpul mempunyai faktor keutamaan $I = 1,5$ dan pada gedung-gedung lebih penting nilai I tersebut lebih besar lagi. Faktor selengkapnya ditentukan pada Pasal 2.4.3, Tabel 2.1 PPKGURDG '87.

3.1.2.4. Faktor Jenis Struktur (K)

Faktor jenis struktur (K) dimaksudkan agar struktur mempunyai kekuatan lateral yang cukup untuk menjamin bahwa daktilitas yang ditentukan tidak lebih besar dari daktilitas yang tersedia pada saat terjadi gempa kuat.

Faktor ini sangat tergantung pada jenis struktur dan bahan konstruksi yang dipakai. Struktur yang mempunyai daktilitas yang cukup dan mampu memencarkan energi gempa pada sejumlah besar elemen-elemennya memerlukan faktor K yang rendah. Struktur yang mempunyai mekanisme pemencaran energi yang sedikit memerlukan faktor K yang lebih tinggi, agar struktur mempunyai ketahanan yang cukup selama terjadinya gempa kuat. Ketentuan ini terdapat pada Pasal 2.4.4, Tabel 2.2 PPKGURDG '87.

3.1.2.5. Waktu Getar Alami Struktur Gedung

Dalam perencanaan struktur tahan gempa, waktu getar alami (T) dapat ditentukan dengan rumus-rumus pendekatan. Hal tersebut dapat dilihat pada Pasal 2.4.5

PPKGURDG 187. Untuk portal beton, rumus pendekatan T (detik) sebagai asumsi awal adalah:

$$T = 0,006 \times H^{3/4} \dots\dots\dots (3.2)$$

yangmana: H = Tinggi struktur gedung diukur dari tingkat penjepitan lateral sampai puncak struktur utama

Kemudian setelah direncanakan dengan pasti, waktu getar alami struktur gedung harus ditentukan dari rumus berikut ini:

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum w_i \cdot d_i}{g \cdot \sum F_i \cdot d_i}} \sqrt{K} \dots\dots\dots (3.3)$$

yangmana:

w_i = beban-beban vertikal pada tingkat i

F_i = beban gempa horizontal pada tingkat i

d_i = simpangan horizontal pusat pada tingkat i

g = percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

3.1.2.6. Distribusi Beban Geser Dasar Akibat Gempa

Jika perbandingan antara tinggi dan lebar sistem penahan beban gempa kurang dari 3, maka beban geser dasar akibat gempa (V) harus dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat pada masing-masing tingkat. Adapun distribusi beban geser dasar menurut rumus berikut ini:

$$F_i = \frac{w_i \cdot h_i}{\sum w_i h_i} \cdot V \dots\dots\dots (3.4)$$

yangmana: h_i = tinggi lantai/tingkat ke i terhadap lantai dasar

Namun jika perbandingan tersebut sama atau lebih besar dari 3, maka 0,1 V dianggap sebagai beban terpusat di lantai puncak dan 0,9 V sisanya harus dibagikan menurut rumus diatas.

3.2. Analisis Struktur

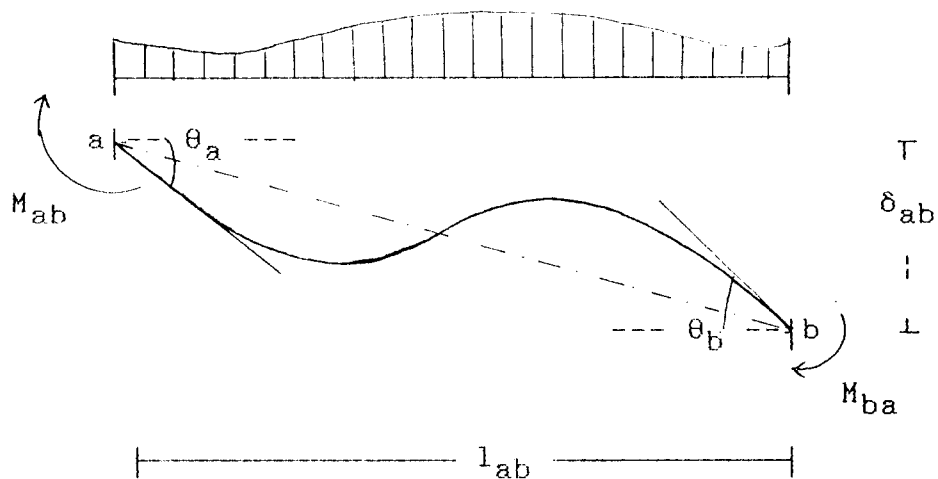
Pada analisis struktur portal, dikenal suatu metode yang cukup populer, yaitu metode Takabeya. Metode ini lebih sederhana dibandingkan dengan metode Cross atau metode Kani. Karena pada tiap-tiap titik buhul hanya memerlukan satu momen parsial untuk pembesaran momen. Oleh karena itu metoda analisis struktur yang dipilih pada Tugas Akhir ini metode Takabeya.

Dalam analisis struktur portal, perhitungan didasarkan atas anggapan-anggapan bahwa:

1. deformasi yang diakibatkan oleh gaya desak atau tarik dan gaya geser diabaikan,
2. hubungan antara balok dan kolom adalah kaku sempurna.

Momen lentur dari ujung-ujung batang dinyatakan sebagai fungsi dari sudut rotasi dan pergeseran sudut relatif, dari ujung batang yang satu terhadap ujung batang yang lain.

Sebagai penjelasan gambar 3.1, akibat beban merata ujung b bergeser sejauh δ_{ab} relatif terhadap titik a. Besar M_{ab} dan M_{ba} dapat dinyatakan sebagai fungsi dari perputaran dan pergeseran sudut.



Gambar 3.1 Pengaruh beban pada bentang

Sehingga didapat momen akhir (design moment) sebagai berikut:

$$M_{ab} = \Delta m_{ab} + \bar{M}_{ab} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$M_{ba} = \Delta m_{ba} + \bar{M}_{ba} \dots\dots\dots (3.6)$$

yangmana:

M_{ab} dan M_{ba} adalah momen akhir

\bar{M}_{ab} dan \bar{M}_{ba} adalah momen primer dari keadaan kedua ujung bentang terjepit.

Δm_{ab} dan Δm_{ba} adalah besarnya momen koreksi akibat adanya pergeseran titik b sejauh δ_{ab} .

Perjanjian tanda momen-momen adalah ditinjau dari ujung batang, dinyatakan positif bila searah dengan arah perputaran jarum jam.

Adapun besarnya momen koreksi m_{ab} dan m_{ba} adalah:

$$m_{ab} = k_{ab} \{ 2m_a + m_b \} + m_{ab} \dots\dots (3.7)$$

$$m_{ba} = k_{ab} \{ 2m_b + m_a \} + m_{ab} \dots\dots (3.8)$$

yangmana:

k_{ab} = angka kekakuan

m_b = momen distribusi titik a, akibat perputaran sudut θ_a

m_b = momen distribusi titik b, akibat perputaran sudut θ_b

m_{ab} = momen distribusi penggoyangan, akibat pergeseran titik b relatif terhadap titik a sejauh δ_{ab}

3.3. Perancangan Beton

Beton sebagai struktur umumnya dibentuk dari campuran semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu belah atau kerikil) dengan perbandingan tertentu. Beton kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu perlu tulangan untuk menahan gaya tarik yang bekerja.

Dalam perancangan beton dikenal 2 metode, yaitu metode elastis (tegangan kerja) dan metode ultimit (kuat batas). Untuk Tugas Akhir ini metode perancangan beton yang digunakan adalah metode kuat batas, dengan

batasan hanya ditinjau terhadap lentur. Pada metode kuat batas digunakan beban berfaktor dan kekuatan penampang yang dihitung diambang keruntuhan, sedang tegangan beton desak kira-kira sebanding dengan regangannya (hanya sampai pada tingkat pembebanan tertentu).

Anggapan-anggapan yang digunakan untuk perhitungan kekuatan lentur nominal adalah:

1. kekuatan unsur-unsur harus didasarkan pada perhitungan yang memenuhi syarat keseimbangan dan kompatibilitas (keserasian) tegangan,
2. regangan di dalam baja tulangan dan beton dianggap berbanding lurus dengan jarak terhadap garis netral,
3. regangan maksimum yang dapat dipakai ϵ_{cu} pada serat desak ekstrim beton diambil sebesar 0,003,
4. kuat tarik beton diabaikan,
5. modulus elastisitas baja tulangan dapat diambil sebesar 200.000 Mpa,
6. antara beton dan tulangan terjadi lekatan sempurna dan tidak ada slip,
7. untuk alasan praktis, maka distribusi tegangan desak beton pada saat tercapainya kekuatan nominal dapat diambil sebagai distribusi tegangan persegi ekuivalen.

Kekuatan setiap penampang komponen struktur harus diperhitungkan dengan menggunakan kriteria "Kekuatan yang terjadi harus lebih besar atau sama dengan kekuatan yang dibutuhkan". Kekuatan yang dibutuhkan (kuat perlu) merupakan beban rencana, yang mana beban rencana (beban berfaktor) didapat dari estimasi beban kerja dikalikan dengan faktor beban. Ketentuan tentang kuat perlu terdapat pada SKSNI T-15-1991-03 Pasal 3.2.2. Dalam pembahasan ini hanya ditinjau 3 macam kombinasi yaitu:

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots (3.9)$$

$$U = 1,05 (D + 0,6.L + E) \dots\dots\dots (3.10)$$

$$U = 0,9 D + E \dots\dots\dots (3.11)$$

yangmana:

U = kuat rencana (kuat perlu)

D = beban mati

L = beban hidup

E = beban gempa

Dari ketiga hasil tersebut diambil yang terbesar.

Struktur dan unsur-unsurnya harus direncanakan untuk memikul beban cadangan diatas beban normal. Oleh karena itu SKSNI T-15-1991-03 memberi ketentuan agar kekuatan nominal direduksi dengan faktor reduksi ϕ . Ketentuan tentang faktor reduksi terdapat pada Pasal 3.2.3, SKSNI T-15-1991-03.

3.3.1. Kuat Nominal Balok

Kuat nominal diasumsikan tercapai bila regangan didalam serat desak ekstrim sama dengan regangan runtuh beton ϵ_{cu} , diambil sebesar 0,003. Berdasarkan jenis keruntuhan balok dapat dikelompokkan pada:

1. penampang balance, yang mana tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan,
2. penampang "over-reinforced", yang mana keruntuhan ditandai dengan hancurnya beton desak,
3. penampang "under-reinforced", yang mana keruntuhan ditandai dengan terjadinya leleh pada tulangan baja.

Pada perhitungan kuat lentur nominal (M_n) didasarkan pada distribusi tegangan yang mendekati bentuk parabola. Dengan menggunakan distribusi tegangan persegi ekuivalen, sebagai hasil analisa Wihtney, kuat lentur nominal dapat diperoleh sebagai berikut:

$$C = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \dots\dots\dots (3.12)$$

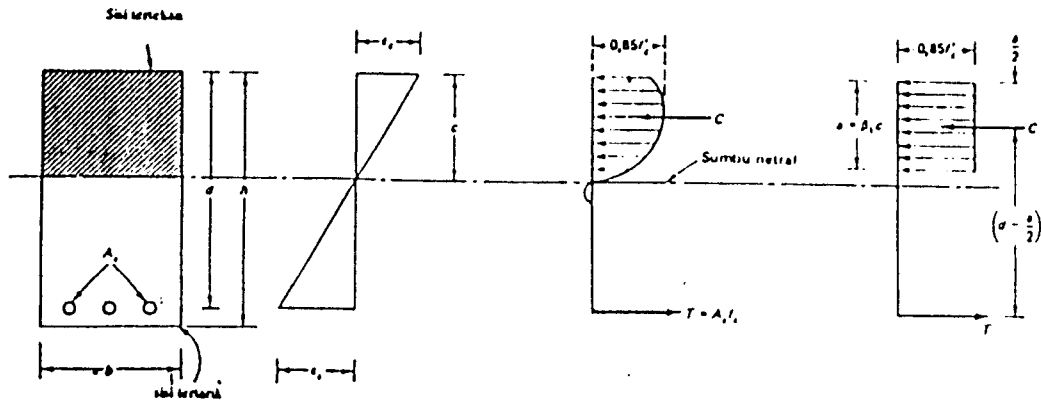
$$T = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (3.13)$$

Berdasarkan keseimbangan, $C = T$ didapat:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots (3.14)$$

Sehingga momen tahanan nominalnya adalah:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots (3.15)$$



Gambar 3.2 Distribusi tegangan dan regangan pada tampang balok tulangan sebelah

3.3.2. Perancangan Balok Tulangan Sebelah

Dalam perancangan balok tulangan sebelah ada 2 cara, yaitu:

1. Analisa Tampang

Pada cara ini M_R , f'_c , f_y , dimensi tampang dan diameter tulangan sudah diketahui. Dengan rumus 3.14 dan 3.15 didapat momen tampang. Maka kondisi balok dapat diketahui dengan membandingkan momen tampang nominal terhadap momen rencana.

2. Perencanaan Tampang

Digunakan untuk mencari dimensi tampang yang efektif terhadap momen yang bekerja atau momen rencana, sedangkan data yang harus diketahui: M_R , f'_c , f_y , diameter tulangan dan d/b .

Pada kedua cara tersebut, perbandingan tulangan (ρ) tidak boleh lebih dari 0,75 keadaan berimbang (ρ_b). Perbandingan tulangan ini juga tidak boleh lebih kecil dari perbandingan tulangan minimum. Dalam Tugas Akhir ini perbandingan tulangan diambil sebesar $0,6 \rho_b$.

Yangmana:

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \dots\dots (3.16)$$

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y \dots\dots\dots (3.17)$$

Pada cara perencanaan tampang, dengan syarat keseimbangan $C = T$ maka,

$$0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = \rho \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

$$a = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} d \dots\dots\dots (3.18)$$

dengan memisalkan:

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \dots\dots\dots (3.19)$$

maka,

$$M_n = T \cdot (d - a/2)$$

$$M_n = \rho \cdot b \cdot d \cdot f_y \cdot \left\{ d - \rho/2 \cdot \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \cdot d \right\}$$

$$\frac{M_n}{b \cdot d^2} = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m) \dots\dots\dots (3.20)$$

Jika,

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m)$$

maka:

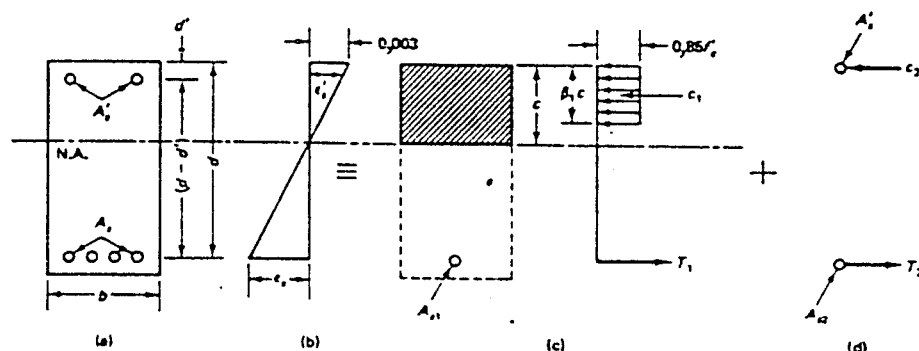
$$\frac{M_n}{b \cdot d^2} = R_n \dots \dots \dots (3.21)$$

Sehingga dengan perbandingan d/b , maka dimensi balok dapat diketahui.

3.3.3. Kuat Nominal Balok Tulangan Rangkap

Balok disebut bertulangan rangkap apabila mempunyai tulangan tarik dan tulangan desak. Alasan penggunaan tulangan desak adalah apabila dipakai tulangan sebelah kuat nominal lentur (M_n) yang diperoleh belum cukup dan tulangan desak juga bermanfaat pada pembebanan yang bolak-balik. Pada balok bertulangan rangkap, penampangnya secara teoritis dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. bagian yang bertulangan tunggal, termasuk blok segiempat ekuivalen, dengan luas tulangan tarik adalah $A_s - A_s'$,
2. bagian bertulangan ganda, dengan asumsi baja tulangan tarik dan desak ekuivalen yang luasnya sama.



Gambar. 3.3 Desain Balok bertulangan Rangkap

Untuk Keadaan 1

Untuk keadaan 1 seperti terlihat pada gambar 3.2, Gaya Tarik: $T_1 = A_{s1} \cdot f_y$ yang mana, $A_{s1} = A_s - A_s'$ Dengan demikian momen tahanan nominalnya adalah:

$$M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$M_{n1} = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots (3.22)$$

yangmana:

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

Untuk Keadaan 2

Pada keadaan 2 dengan asumsi tulangan tarik sama dengan tulangan desak, maka gaya tarik $T_2 = C_2 = A_{s2} \cdot f_y$ yang mana $A_{s2} = A_s'$, sehingga momen terhadap tulangan tarik adalah:

$$M_{n2} = A_s' \cdot f_y \cdot (d - d') \dots\dots\dots (3.23)$$

Sehingga untuk momen tahanan nominal merupakan jumlah momen kedua bagian, yaitu:

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

$$M_n = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot f_y \cdot (d - d') \dots (3.24)$$

Persamaan ini hanya benar apabila A_s' leleh. Bila belum leleh, baloknya harus dianggap sebagai balok bertulangan tunggal dengan mengabaikan adanya tulangan desak. Atau harus dicari tegangan aktual f'_s pada tulangan desak A_s' dengan menggunakan gaya aktual untuk keseimbangan momennya.

Untuk menjamin regangan yang terjadi memenuhi keserasian diseluruh tinggi balok, distribusi regangan

diseluruh tinggi penampang balok harus selalu diselidiki (mengikuti distribusi linier).

Tulangan desak leleh jika:

$$\rho - \rho' \geq \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{600}{600 - f_y} \dots\dots\dots (3.25)$$

Karena A_s' leleh, regangan ϵ'_s pada tulangan harus lebih besar atau sama dengan regangan leleh f_y/E_s .

$$\epsilon'_s \geq f_y/E_s$$

yangmana:

$$\epsilon'_s = \frac{0,003 \cdot (c - d)}{c} \dots\dots\dots (3.26)$$

Jika ϵ'_s lebih kecil dari ϵ_y maka tegangan tulangan desak f'_s dapat dihitung dengan:

$$f'_s = E_s \cdot 0,003 \cdot \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot d'}{(\rho - \rho') \cdot f_y \cdot d} \right\} \dots\dots\dots (3.27)$$

Pada perancangan ini, hilangnya luas beton karena adanya tulangan desak diabaikan, dengan alasan tidak begitu mempengaruhi desain. Apabila tulangan desak belum leleh, tinggi blok tegangan desak ekivalen harus dihitung dengan menggunakan tegangan aktual tulangan desak, yang diperoleh dari regangan ϵ'_s pada taraf tulangan desak.

$$a = \frac{A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f'_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots (3.28)$$

Kekuatan momen tahanan nominal untuk tulangan desak belum leleh menjadi:

$$M_n = (A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f'_s) \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot f'_s \cdot (d - d') \dots\dots\dots (3.29)$$

3.4. Perancangan Kolom

Kolom merupakan komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada keruntuhan komponen desak, karena umumnya tidak diawali dengan tanda peringatan yang jelas. Oleh karena itu, dalam merancang kolom perlu lebih waspada, yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi daripada yang dilakukan pada balok dan elemen struktur horisontal lainnya.

Keruntuhan kolom dapat terjadi apabila tulangan bajanya leleh karena tarik, atau terjadinya kehancuran pada beton yang terdesak. Kolom ini diklasifikasikan sebagai kolom pendek. Selain itu dapat pula kolom mengalami keruntuhan apabila terjadi kehilangan stabilitas lateral, yaitu terjadi tekuk. Dan kolom dikatakan dalam kondisi balanced jika terjadi keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik, sekaligus juga hancurnya beton yang terdesak.

Dalam perancangan kolom, terlebih dahulu harus diselidiki kondisi dan perilaku kolom sesuai dengan ketentuan dalam SKSNI T-15-1991-03, apakah sebagai kolom pendek atau kolom langsing, menggunakan pengaku lateral atau tidak, kolom dengan eksentrisitas kecil

Jika eksentrisitas semakin kecil, maka akan ada suatu transisi dari keruntuhan tarik utama ke keruntuhan desak utama. Kondisi tersebut dikenal sebagai kondisi keruntuhan berimbang ("Balanced"). Yang mana beban aksial nominal pada kondisi balanced P_{nb} dan eksentrisitasnya e_b ditentukan dari:

$$P_{nb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b + A_s' \cdot f'_s - A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (3.30)$$

dan

$$M_{nb} = P_{nb} \cdot e_b$$

$$M_{nb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b \cdot (y - a/2) + A_s' \cdot f'_s \cdot (y - d') + A_s \cdot f_y \cdot (d - y) \dots\dots\dots (3.31)$$

yangmana:

$$f'_s = 600 \frac{e_b - d'}{e_b} < f_y$$

$$a_b = \beta_1 \cdot d \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

Jika e lebih besar dari e_b atau $P_n < P_{nb}$, maka keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan tarik dengan f_y harus disubstitusikan ke f'_s . Tegangan f'_s pada tulangan desak dapat lebih kecil atau sama dengan tegangan leleh baja, dan f'_s aktual dapat dihitung dari:

$$f'_s = 600 \frac{e_b - d'}{e_b} \dots\dots\dots (3.32)$$

Dan gaya aksial nominalnya dapat ditentukan dari:

$$P_n = 0.85.f'_c.d.b. \left[\frac{h - 2.e}{2.d} + \sqrt{\left[\frac{h - 2.e}{2.d} \right]^2 + 2.m. \text{ aktual} \cdot \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right] \quad (3.33)$$

yangmana:

$$m = \frac{f_y}{0.85.f'_c}$$

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{b.d}$$

e = jarak antara pusat plastis dengan titik tangkap gaya (eksentrisitas)

Jika e lebih kecil dari e_b atau kekuatan desak P_n melampaui kekuatan berimbang P_{nb} , maka terjadi keruntuhan desak yang diawali kehancuran beton. Kekuatan nominal P_n untuk $e < e_b$ dapat diperoleh dengan jalan meninjau variasi regangan yang sebenarnya, sehingga besaran yang tidak diketahui dan gaya aksial nominal dapat ditentukan dari:

$$P_n = 0.85.f'_c.b.a + A'_s.f'_s - A_s.f_s \dots\dots\dots (3.34)$$

atau dengan rumus pendekatan Whitney, yaitu:

$$P_n = \frac{A'_s.f_y}{e} + \frac{b.h.f'_c}{3.h.e} \dots\dots (3.35)$$

$$\frac{1}{(d - d')} + 0.5 \quad \frac{1}{d^2} + 1.18$$

Perlu diingat bahwa besarnya P_{nb} , M_{nb} dan e_b harus selalu dievaluasi dalam menyelidiki apakah persamaan yang dipakai (keruntuhan tarik atau keruntuhan tekan) sudah benar digunakan dalam penyelesaian.

3.5. Perancangan Plat

Plat merupakan elemen horisontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke rangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur, dapat berupa plat diatas balok, waffle slab, flat slab, atau plat komposit diatas joint. Untuk Tugas Akhir ini plat yang dimaksud adalah plat yang diatas balok.

Apabila plat didukung sepanjang keempat sisinya, dinamakan sebagai plat dua arah dimana lenturan akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus. Namun, apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2, plat dapat dianggap hanya bekerja sebagai plat satu arah dengan lenturan utama pada arah sisi yang lebih pendek.

Plat yang hanya dirancang untuk menahan tegangan lentur dalam satu arah, SKSNI T-15-1991-03 Pasal 3.1.3 ayat 3 mengizinkan untuk menentukan distribusi gaya dengan menggunakan koefisien momen. Koefisien momen tersebut jika ditabelkan tampak seperti dibawah ini.

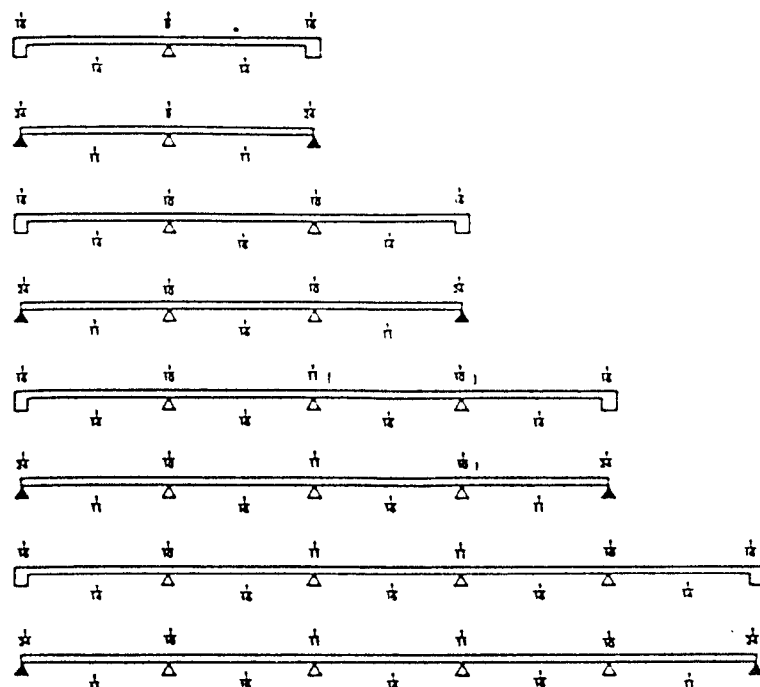
Momen rencana yang digunakan merupakan hasil kali koefisien momen dengan $W_u \cdot l_n^2$ Yang mana l_n adalah bentang bersih dan W_u adalah beban rencana terfaktor. Beban rencana merupakan kombinasi antara beban hidup dengan beban mati dengan faktor reduksi.

$$W_u = 1,2 \cdot WD + 1,6 \cdot WL \dots\dots\dots (3.36)$$

dimana: WD = beban mati

WL = beban hidup

Tabel 3.1 Koefisien momen



Tebal plat juga harus dirancang jangan sampai lebih kecil dari tebal minimum sesuai ketentuan dalam SKSNI T-15-1991-03.

Tabel 3.2 Tebal minimum plat satu arah

(kutipan Tabel 3.2.5(a) SKSNI T-15-1991-03)

KOMPONEN STRUKTUR :	TEBAL MINIMUM, h			
	DUA TUMPUAN	SATU UJUNG MENERUS	KEDUA UJUNG MENERUS	KANTILEVER
Pelat solid satu arah	020	024	028	010
Balok atas pelat jalur satu arah	016	018.5	021	08

Perlu diinggat bahwa tabel diatas digunakan jika $f_y = 400$ Mpa. Jika f_y lain dari 400 Mpa maka nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$.

Untuk plat yang direncanakan sebagai plat dua arah, SKSNI T-15-1991-03 memberikan dua alternatif pendekatan untuk analisa dan perencanaan, yaitu perencanaan langsung dan metode rangka ekuivalen. Kedua metode tersebut, dalam proses perencanaannya yang pertama kali dikerjakan adalah menentukan momen statis total rencana pada kedua arah peninjauan yang saling tegak lurus.

Menurut Gideon, momen rencana yang digunakan untuk perencanaan disusun dalam bentuk tabel. Dengan alasan untuk mempermudah dalam analisa dan perencanaan plat dua arah. Pada Tugas Akhir ini yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan momen rencana, adalah tabel dari Gideon.

Tabel Momen yang menentukan per meter dalam jalur tengah pada plat dua arah akibat beban terbagi rata terdapat pada lampiran .

Untuk perancangan tulangan, lebar plat ditinjau terhadap 1 meter bentang. Sehingga luas tulangan diperoleh dari:

$$A_s = \rho . b . d$$

$$A_s = \rho . d . 1 \dots\dots\dots (3.36)$$

yangmana:

b = lebar plat yang ditinjau (1 m atau 1000 mm)

Adapun tentang syarat-syarat penulangan dapat dilihat pada SKSNI T-15-1991-03 Pasal 3.16.

Retakan pada komponen struktur dengan penulangan dapat mengakibatkan korosi terhadap baja tulangan. Sebab pengurangan tidak hanya mengakibatkan pengecilan penampang tulangan, tetapi penampang betonpun dapat rusak. Pembatasan retak dapat dicapai dengan membatasi tegangan baja tulangan, karena faktor terpenting adalah regangan dalam baja.

Untuk mutu baja ≤ 300 Mpa tidak perlu diperiksa terhadap retak. Adapun lebar retak dapat ditentukan dari rumus:

$$z = 0,6 \cdot f_y \cdot \sqrt{d_c \cdot A} \dots \dots \dots (3.37)$$

yangmana:

$$A = 2 \cdot d_c \cdot s$$

d_c = Jarak antara titik berat tulangan utama sampai ke serat tarik terluar

s = jarak antara batang tulangan

Plat tersebut dikategorikan aman terhadap retak jika memenuhi syarat:

- Untuk plat di dalam ruangan : $z \leq 30$ MN/m
- Untuk plat yang dipengaruhi cuaca : $z \leq 25$ MN/m

BAB IV

PROSES PEMROGRAMAN

4.1. Umum

Program komputer merupakan suatu sarana untuk membantu menyelesaikan perhitungan agar lebih cepat dan lebih teliti. Didalam program tersebut berisi langkah-langkah yang harus dilalui untuk menyelesaikan berbagai persoalan, baik itu perhitungan matematika ataupun pengolahan data.

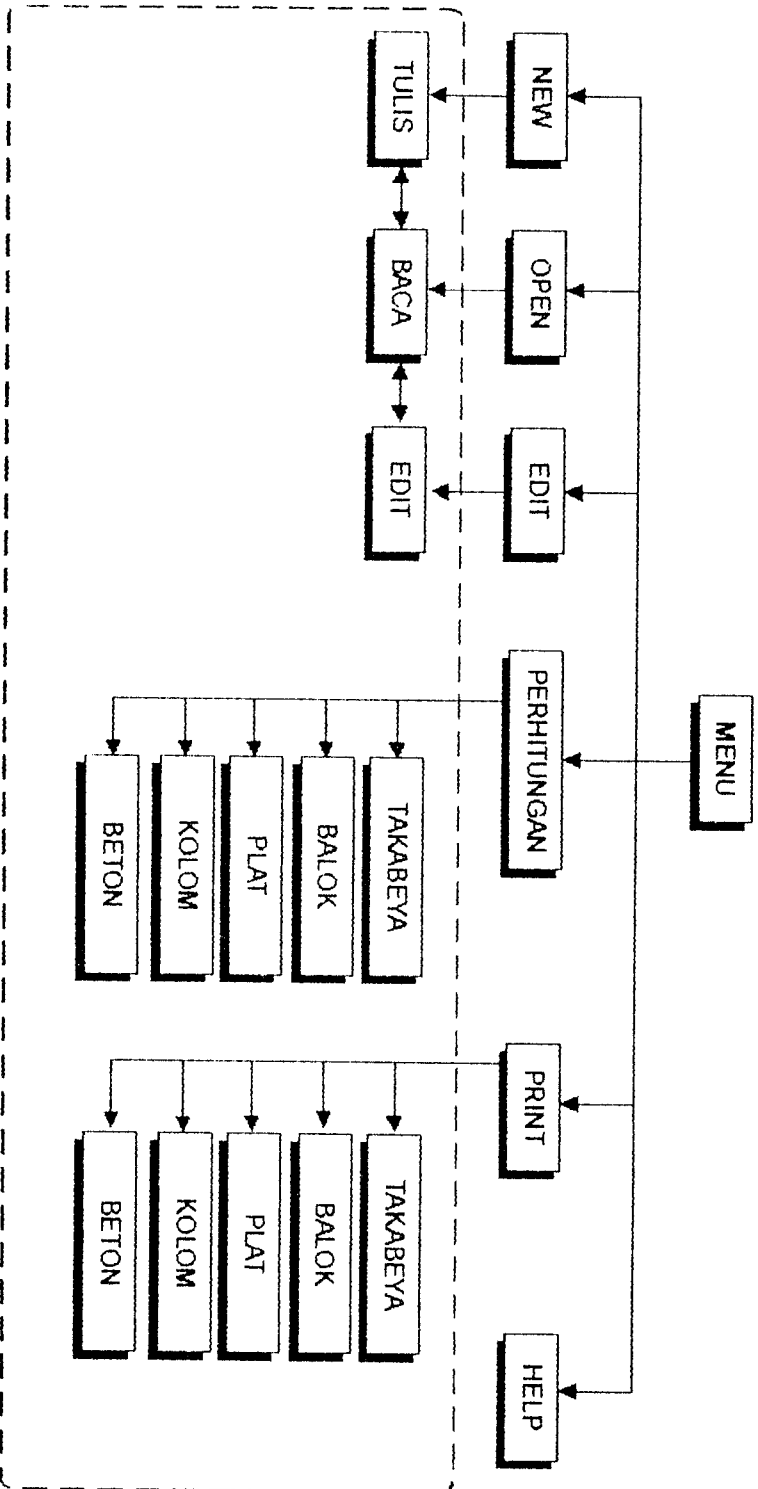
Untuk mempermudah dalam pembuatan program, terlebih dahulu disusun langkah-langkah penyelesaian yang akan terjadi. Langkah-langkah penyelesaian tersebut ditransfer kedalam bentuk flow chart, sehingga oleh "programer" flow chart tersebut diterjemahkan kedalam bahasa program. Dalam Tugas Akhir ini bahasa program yang digunakan adalah Quick Basic, dan flow chart program dilihat di bawah ini.

4.2. Perhitungan Gempa

4.2.1. Langkah-langkah Perhitungan Gempa

1. Data yang dibutuhkan untuk perencanaan beban gempa adalah:
 - a. wilayah gempa,
 - b. jenis tanah,
 - c. tinggi bangunan,
 - d. jumlah tingkat,

PROGRAM MENU UTAMA



PROGRAM "UNITS-M1"
PERANCANGAN GEDUNG BERTINGKAT
MENURUT SKSNI T-15-1991-03

- e. jarak antar portal,
 - f. faktor keutamaan bangunan (I),
 - g. faktor bangunan (K)
2. Estimasi beban yang bekerja tiap-tiap lantai (W_i) dengan menjumlah beban mati (W_D) dan beban hidup (W_H) tereduksi, kemudian beban-beban tiap lantai tersebut dijumlahkan sebagai beban total seluruh struktur (W_{total}).

$$W_{total} = \sum W_i$$

yangmana:

$$W_i = W_D + 0,3 W_H$$

3. Estimasi waktu getar alami bangunan (T_{awal}), dengan struktur dari beton menurut PPKGURDG '87 sebagai pendekatan adalah:

$$T_{awal} = 0,06 \times H_{total}^{(3/4)}$$

4. Dengan menggunakan data wilayah gempa dan T_{awal} maka dari PPKGURDG '87 gambar 2.3, koefisien gempa dasar (C) dapat diperoleh.

a. Jika wilayah gempa 1 dan jenis tanah keras, maka:

- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .045$
- 2). jika $T < 0,5$, maka $C = .09$
- 3). jika $0,5 > T > 2$, maka $C = -.03 \times T + .105$

b. Jika wilayah gempa 1 dan jenis tanah lunak, maka:

- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .065$
- 2). jika $T < 1$, maka $C = .13$
- 3). jika $1 \leq T < 2$, maka $C = -.065 \times T + .195$

- c. Jika wilayah gempa 2 jenis tanah keras, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .035$
 - 2). jika $T < 0.5$, maka $C = .07$
 - 3). jika $0.5 \leq T < 2$,
maka $C = -2.3E^{-2} \times T + 8.167E^{-2}$
- d. Jika wilayah gempa 2 jenis tanah lunak, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .045$
 - 2). jika $T < 1$, maka $C = .09$
 - 3). jika $1 \leq T < 2$, maka $C = -.045 \times T + .135$
- e. Jika wilayah gempa 3 jenis tanah keras, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .025$
 - 2). jika $T < 0.5$, maka $C = .05$
 - 3). jika $0.5 \leq T < 2$,
maka $C = -1.67E^{-2} \times T + 5.833E^{-2}$
- f. Jika wilayah gempa 3 jenis tanah lunak, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .035$
 - 2). jika $T < 1$, maka $C = .07$
 - 3). jika $1 \leq T < 2$, maka $C = -.035 \times T + .105$
- g. Jika wilayah gempa 4 jenis tanah keras, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .015$
 - 2). jika $T < 0.5$, maka $C = .03$
 - 3). jika $0.5 \leq T < 2$, maka $C = -.01 \times T + .035$
- h. Jika wilayah gempa 4 jenis tanah lunak, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .025$
 - 2). jika $T < 1$, maka $C = .05$
 - 3). jika $1 \leq T < 2$, maka $C = -.025 \times T + .075$

- i. Jika wilayah gempa 5 jenis tanah keras, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .01$
 - 2). jika $T < 1$, maka $C = .04$
- j. jika wilayah gempa 5 jenis tanah lunak, maka:
- 1). jika $T \geq 2$, maka $C = .01$
 - 2). jika $T < 1$, maka $C = .03$
 - 3). jika $1 \leq T < 2$, maka $C = -.01 \times T + .04$
- k. Jika wilayah gempa 6, maka $C = 0$
5. Sehingga geser horisontal akibat gempa (V) diperoleh dari:

$$V = C \times I \times K \times W_{\text{total}}$$

6. Beban horisontal akibat gempa:
- a. untuk H/A atau $H/B < 3$ maka:

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

yangmana:

F_i = Beban horisontal terpusat pada tingkat i

W_i = Berat bangunan tingkat i

h_i = Tinggi tingkat i

- b. untuk H/A atau $H/B \geq 3$ maka:

0,1 V harus dianggap sebagai beban tambahan terpusat dilantai puncak dan 0,9 V sisanya harus dibagikan menurut rumus diatas.

7. Untuk menentukan waktu getar alami yang terjadi, terlebih dahulu menghitung kekakuan seluruh kolom tiap tingkat (K).

$$Kk_i = \sum k_i$$

yangmana: k_i = kekakuan tiap kolom pada tingkat i

$$k_i = \frac{12 \times E_c \times I}{L^3}$$

8. Akibat beban geser, defleksi per tingkat dapat dihitung dengan rumus

$$\Delta = \frac{V \text{ (Gaya Geser per tingkat)}}{Kk_i \text{ (kekakuan tingkat)}}$$

9. Menentukan defleksi total ujung tingkat teratas dengan cara menjumlah defleksi tiap tingkat dari bawah ke atas.

$$\delta_i = \sum \Delta$$

10. Kemudian menentukan waktu getar alami yang terjadi dengan Formula Rayleigh:

$$T_{\text{Rayleigh}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\sum w_i \cdot \delta_i^2}{g \cdot \sum F_i \cdot \delta_i}}$$

11. Jika $T_{\text{Rayleigh}} \neq T_{\text{awal}}$ ulangi perhitungan dari langkah ke 4 dengan T_{Rayleigh} sebagai T_{awal} .

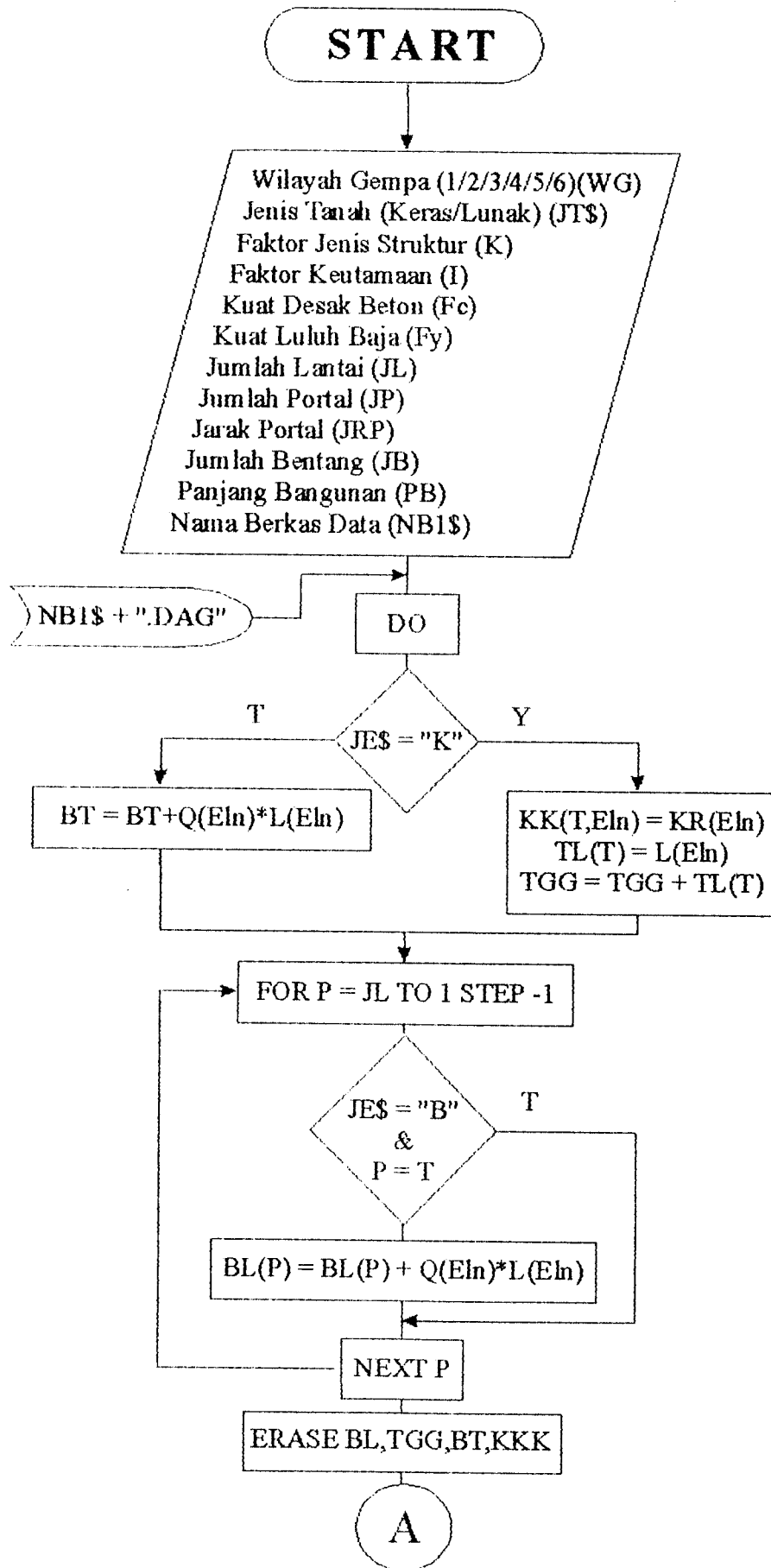
$$T_{\text{awal}} = T_{\text{Rayleigh}}$$

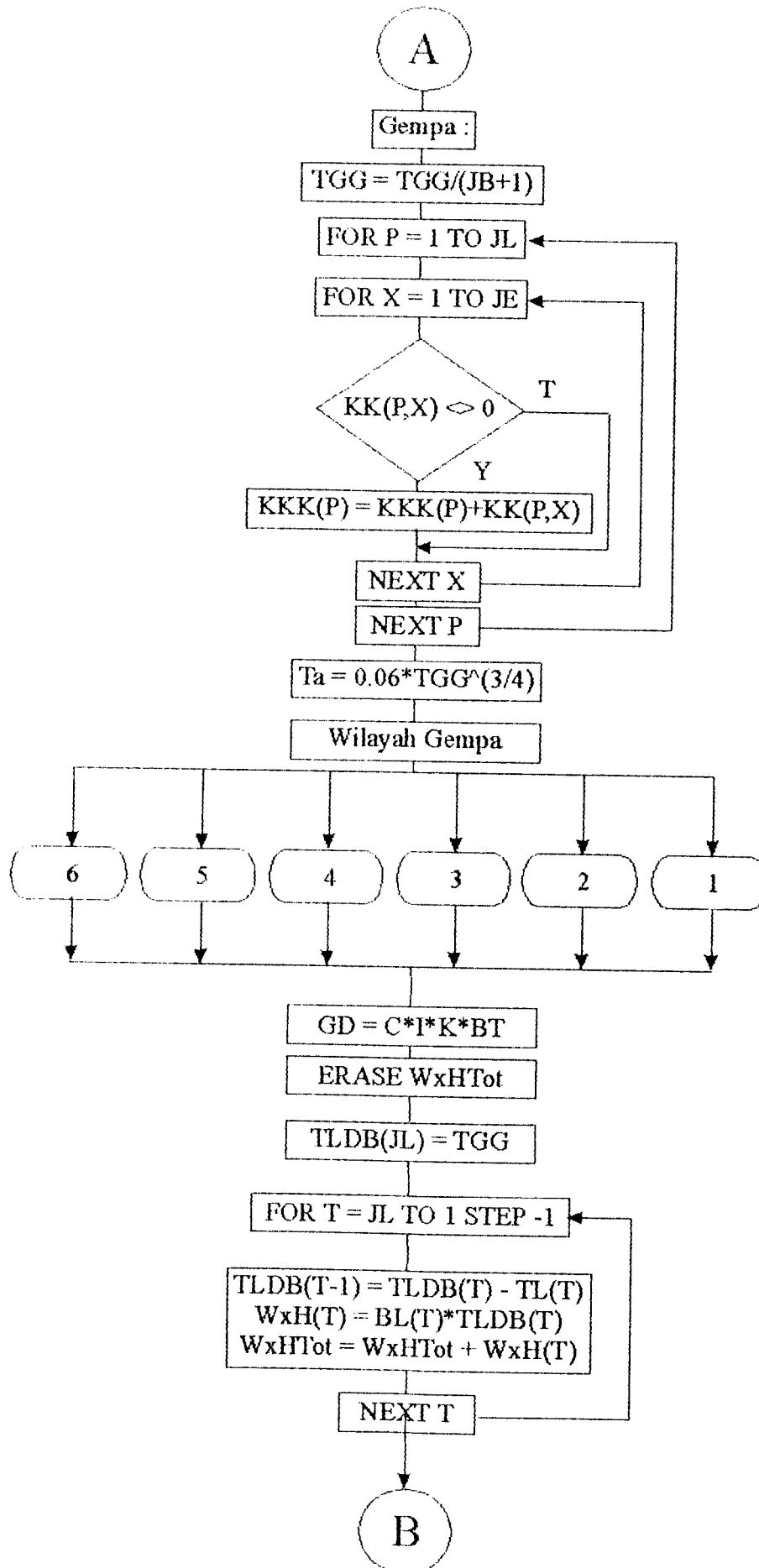
12. Jika T_{Rayleigh} telah sama dengan T_{awal} maka beban gempa yang terencana F_i dapat digunakan dalam perhitungan mekanika struktur (Takabeya).

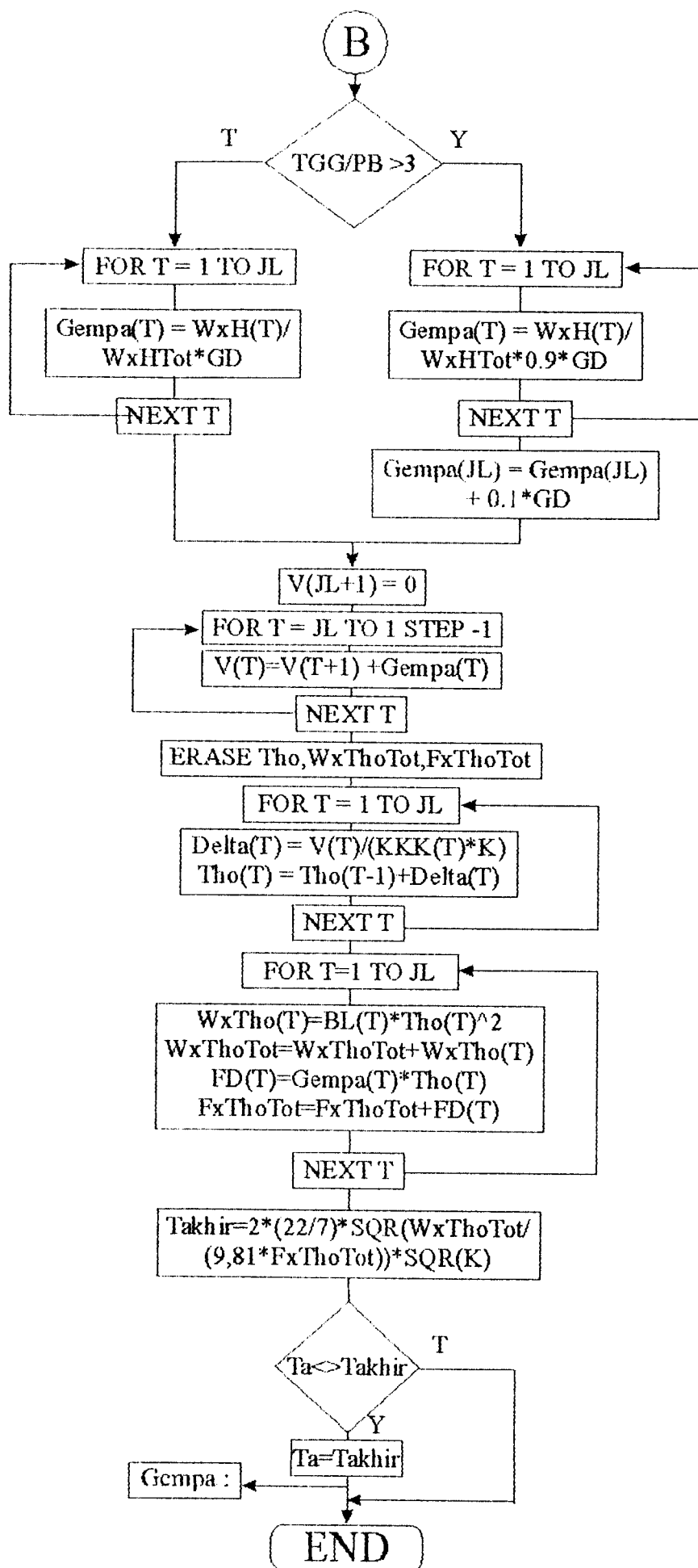
4.2.2. Flow Chart Gempa

Flow chart gempa ini terdiri dari dua bagian. Bagian pertama flow chart perhitungan gempa dan bagian kedua flow chart wilayah gempa.

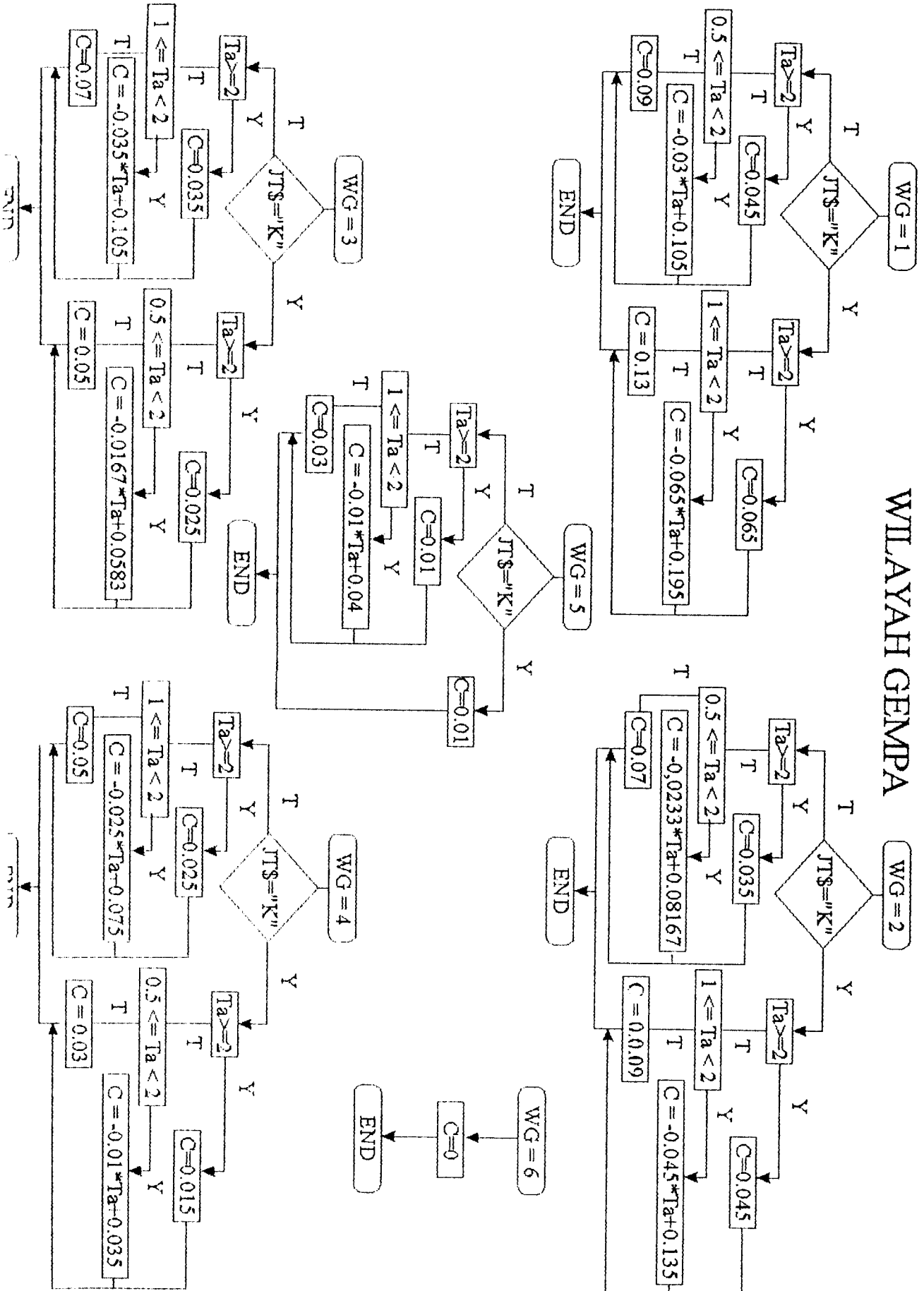
FLOW CART PERHITUNGAN GEMPA







FLOW CHART WILAYAH GEMPA



4.3. Perhitungan Analisis Struktur (Takabeya)

4.3.1. Langkah-langkah Perhitungan Takabeya

1. Data yang diperlukan untuk perhitungan takabeya adalah:

- a. dimensi seluruh batang portal,
- b. beban-beban yang bekerja.

2. Menentukan angka kekakuan relatif masing-masing batang dengan rumus:

$$k_{(i,j)} = \frac{I}{L} = \frac{1/12 \cdot b \cdot h^3}{L}$$

3. Menghitung faktor distribusi (ρ) masing-masing joint terhadap joint yang lain.

$$\rho_{(i,j)} = \frac{k_i}{\rho_i}$$

yang mana:

$$\rho_i = 2 \cdot (\sum k_i)$$

k_i = kekakuan dari titik i terhadap titik yang lainnya

4. Menghitung momen-momen primer yang terjadi akibat beban terbagi rata pada balok.

$$M_i = 1/12 \cdot Q \cdot L^2 \quad (+/\text{kiri}, -/\text{kanan})$$

Sehingga momen residu joint i adalah:

$$\tau_i = \sum M_i$$

5. Menghitung momen distribusi pertama:

$$m_i^o = - \frac{\tau_i}{\rho_i}$$

6. Sesuai dengan batasan, portal yang digunakan merupakan portal simetris dan portal terbuka sehingga portal akan mengalami penggoyangan jika dibebani. Nilai faktor penggoyangan ditentukan dari berikut ini:

$$k_{kolom} = \frac{3 \cdot K k_{kolom}}{T_i}$$

yangmana:

$$T_i = 2 \cdot (\sum K k_{kolom})$$

7. Momen distribusi penggoyangan awal didapat dari:

$$\bar{m}_i^o = \frac{h_i \cdot \{F_i\}}{T_i}$$

8. Perhitungan momen distribusi putaran ke n:

$$m_i^n = m_i^o + \frac{\{-\tau_i\} \cdot \{m_i + \bar{m}_i\}}{\{-\tau_i\} \cdot \{m_i\} + \{-\tau_i\} \cdot \{m_i\} + \{-\tau_i\} \cdot \{m_i + \bar{m}_i\}}$$

9. Perhitungan momen design:

$$M_{(i,j)} = k_{(i,j)} \cdot \{2 \cdot m_i + m_j + \bar{m}_i^n\} + M_i$$

10. Cek momen akhir pada joint i, dimana jumlah momen akhir disuatu joint harus sama dengan nol, jika tidak maka ada koreksi.

$$M_i = \sum M_{(i,n)}$$

11. Perhitungan momen akhir setelah dikoreksi:

$$M_{(i,j)} = M_{(i,j)} - \frac{M_{(i,j)} \cdot k_{(i,j)}}{\sum k_i}$$



12. Karena gaya-gaya yang dihasilkan akan digunakan untuk perhitungan dengan menggunakan metode Ultimate, maka perhitungan takabeya dilakukan sebanyak 3 kali. Untuk 3 macam beban yaitu beban mati, beban hidup dan beban gempa.

4.3.2. Flow Chart Analisis Struktur

Flow chart analisis struktur menghasilkan beberapa file sementara yang digunakan sebagai perekam data, hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi keterbatasan memory komputer.

Analisis struktur dihitung terhadap beban mati, beban hidup dan beban gempa secara sendiri-sendiri. Perhitungan ini dimaksudkan agar dapat digunakan untuk perancangan portal menurut metode kuat batas ("Ultimit"). Selanjutnya flow chart dapat dilihat pada halaman 47.

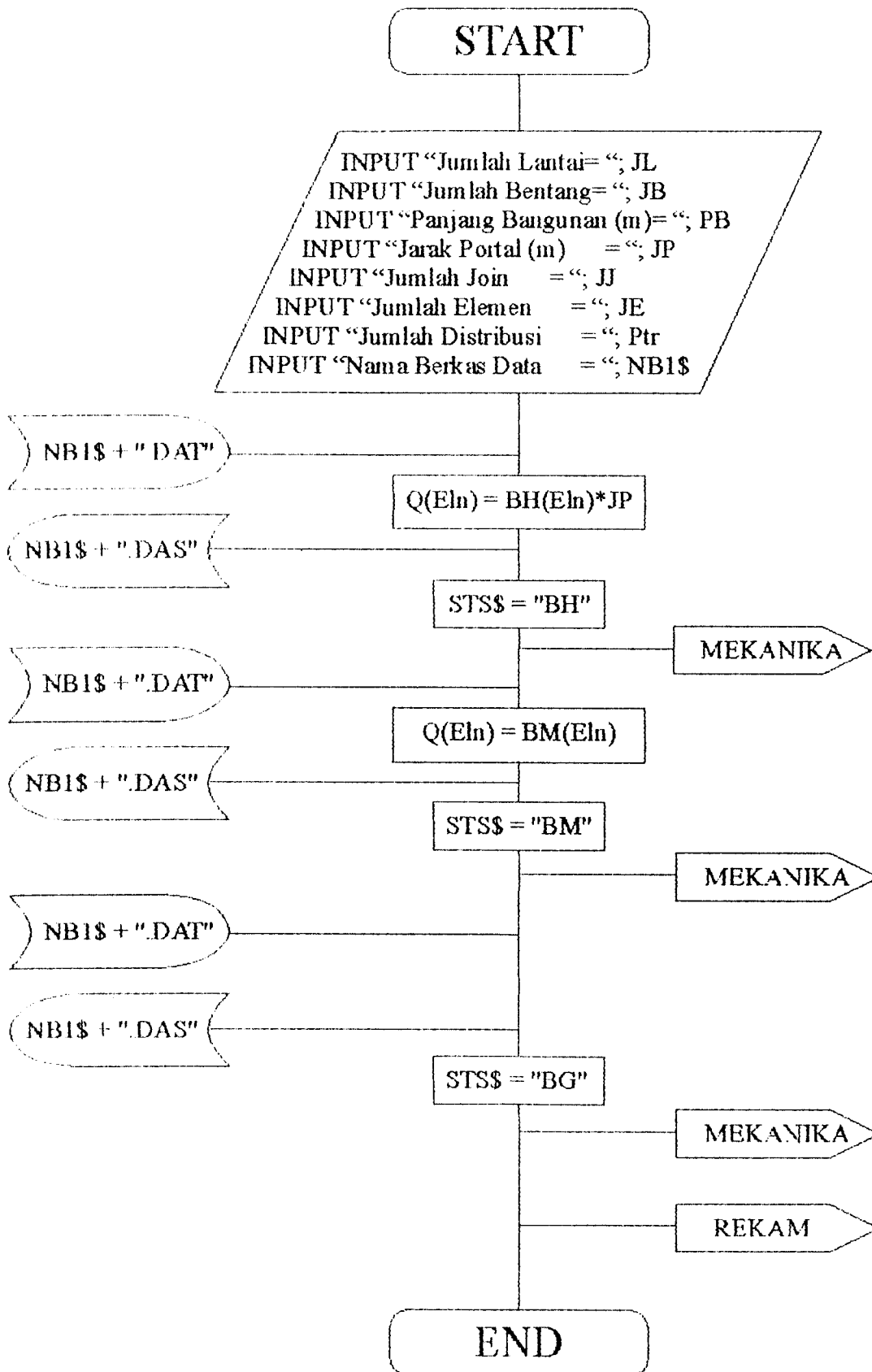
4.4. Perencanaan Balok

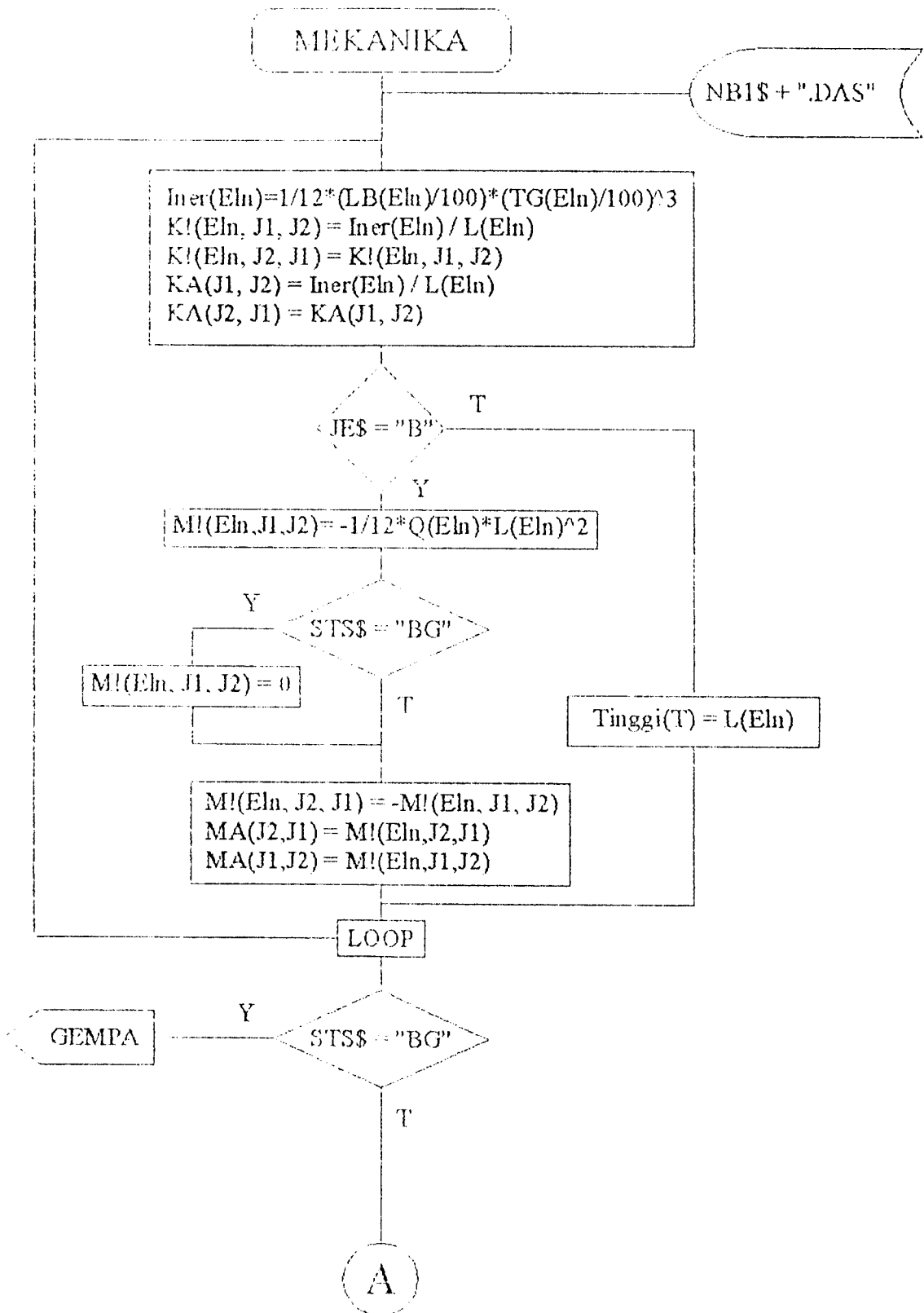
4.4.1. Langkah-langkah Perencanaan Balok

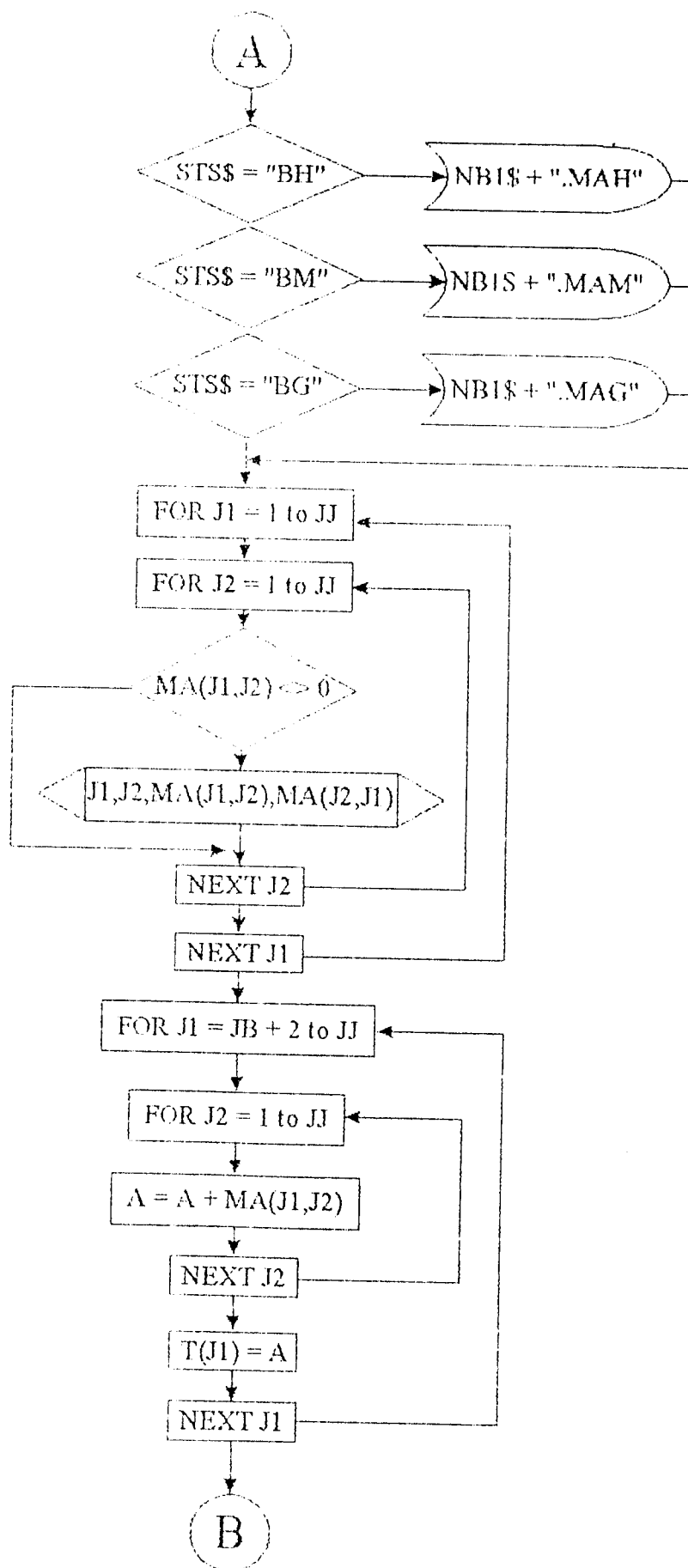
1. Data yang diperlukan untuk perancangan balok adalah:
 - a. diameter tulangan,
 - b. kuat desak beton (f'_c),
 - c. kuat tarik baja (f_y),
 - d. momen rencana (M_r)
 - e. perbandingan d/b,

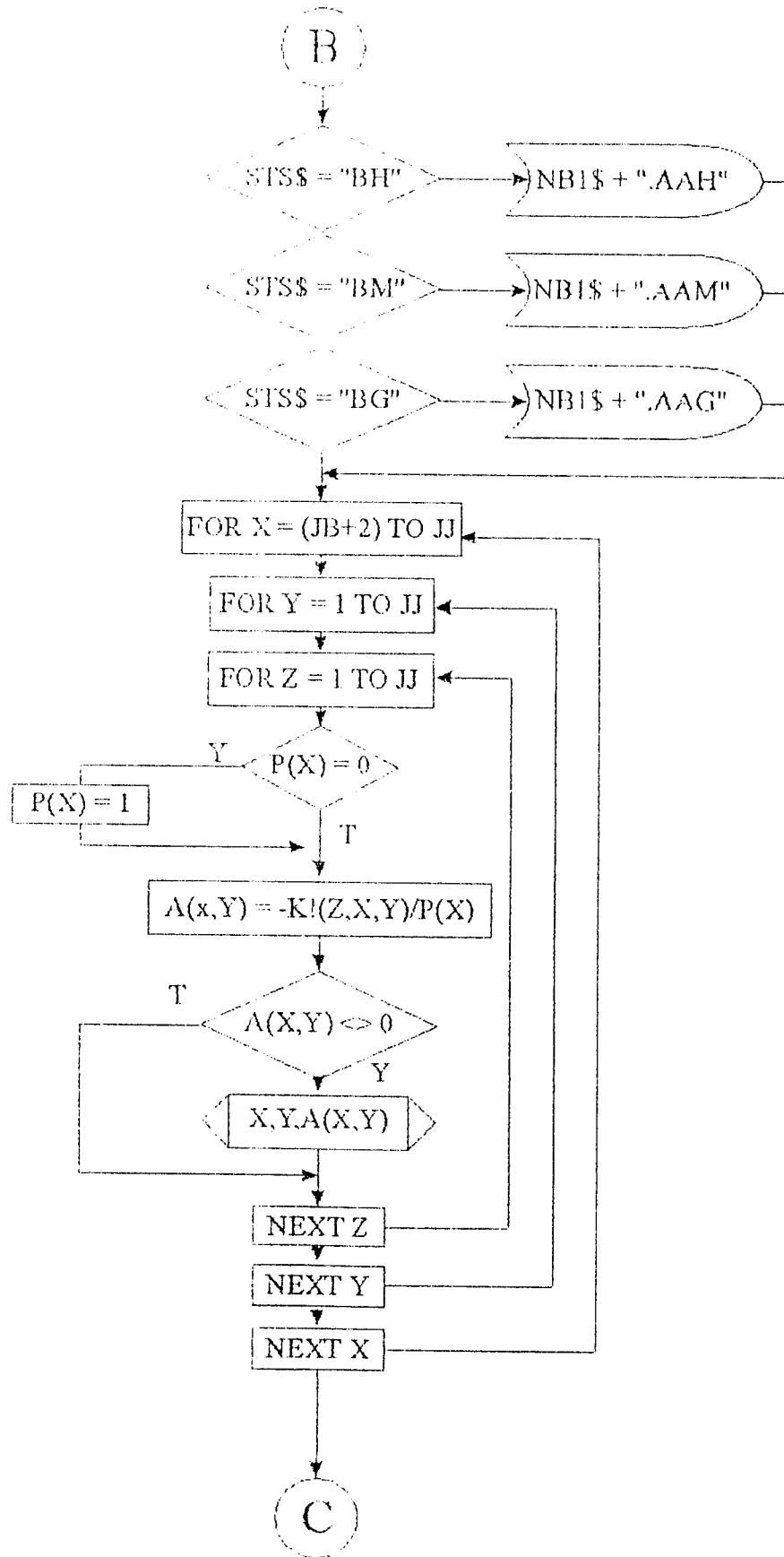
FLOW CHART ANALISIS STRUKTUR

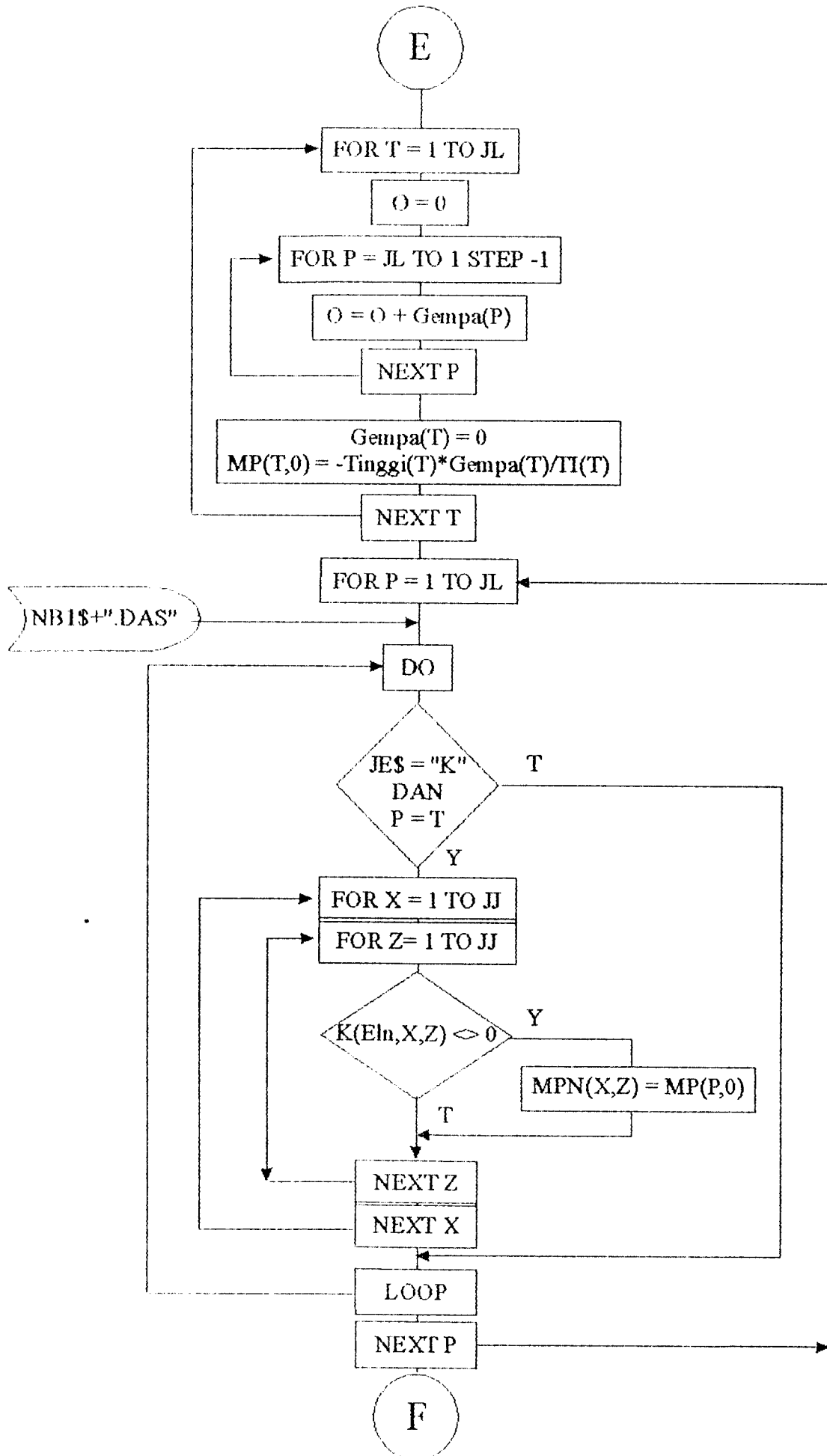
47

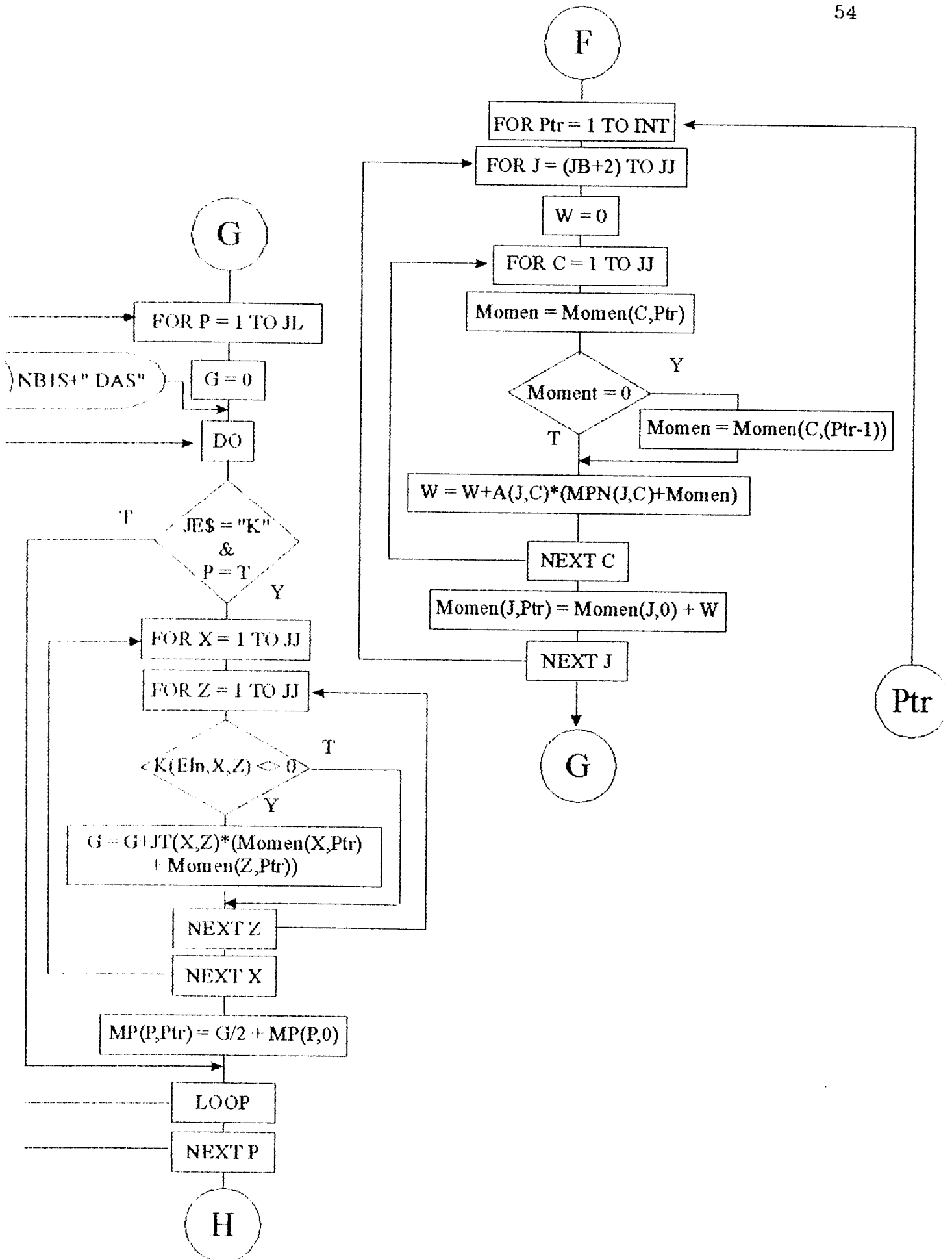


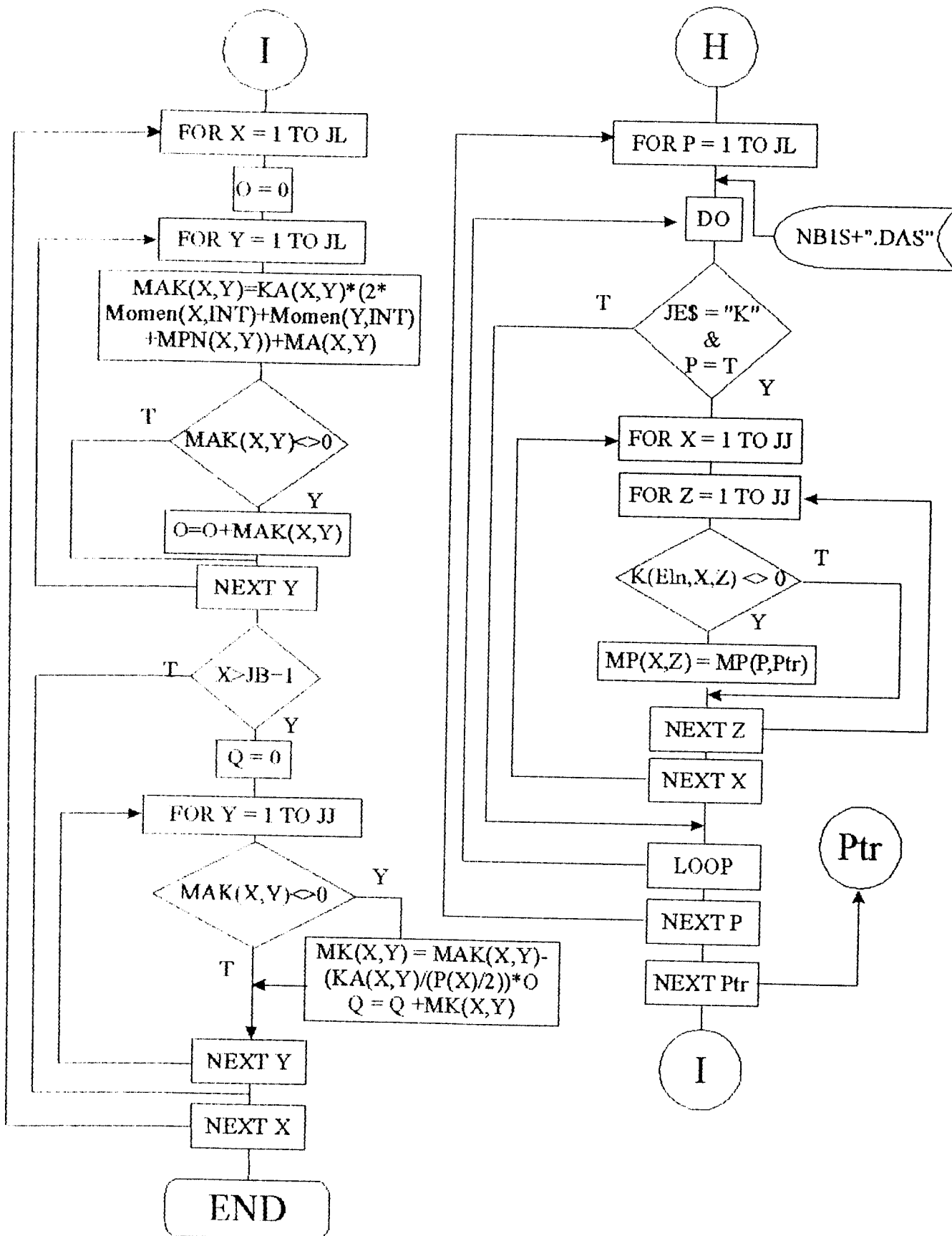












2. Sebagai asumsi awal bahwa seluruh bagian, baik desak ataupun tarik telah luluh, sehingga:

$$f'_s = f_y$$

$$f_s = f_y$$

3. Menentukan rasio penulangan balanced dan minimum

- a. rasio penulangan balanced (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

yangmana:

- a. Jika $f'_c \leq 30$ Mpa,

$$\text{maka } \beta_1 = 0,85$$

- b. Jika $f'_c > 30$ Mpa,

$$\text{maka } \beta_1 = 0,85 - 0,008 \cdot (f'_c - 30) \geq 0,65$$

- b. rasio penulangan minimum (ρ_{min})

$$\rho_{min} = 1,4/f_y$$

4. Rasio penulangan yang digunakan untuk tarik 1 (ρ_1) sebesar 0,6 dari rasio penulangan balanced (ρ_b)

$$\rho_1 = 0,6 \rho_b$$

5. Tentukan $b \cdot d^2$ yang diperlukan dari:

$$b \cdot d^2 = \frac{M_r / \phi}{R_n}$$

yangmana:

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m)$$

dan

$$m = f_y / (0,85 \cdot f'_c)$$

6. Dengan harga perbandingan d/b yang telah ditentukan maka harga b dan d dapat diperoleh. Nilai b

dibulatkan ke atas, sedangkan d pembulatan kebawah dengan dikurangi 8 (cm), supaya balok bertulangan rangkap.

7. Tentukan letak garis netral (c)

$$c = \frac{600}{600 + f_y} d$$

8. Menentukan luas tulangan 1 (A_{s1})

$$A_{s1} = \rho_1 \cdot b \cdot d$$

9. Menentukan momen tampang nominal 1 (M_{n1})

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

yangmana:

$$a = \beta_1 \cdot c$$

10. Apabila $M_{n1} < M_r/\phi$, rencanakan sebagai balok bertulangan rangkap, dan apabila $M_{n1} \geq M_r/\phi$ dianggap sebagai balok bertulangan sebelah.

4.4.1.1. Desain Balok Bertulangan Sebelah

1. Tentukan harga yang baru dengan terlebih dahulu menghitung R_{nbaru} untuk penampang yang dipilih dengan rumus:

$$\rho_{baru} = \rho_{lama} \cdot \frac{R_{nbaru}}{R_{nlama}}$$

yangmana:

$$R_{nbaru} = M_n / (b \cdot d^2)$$

2. Hitung luas tulangan (A_s) yang dipakai

$$A_s = \rho_{baru} (b \cdot d)$$

3. Jumlah tulangan (n) dapat ditentukan dari:

$$n = \frac{A_S}{\pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{TR})^2}$$

4. Sehingga harga h dapat dicari dengan

$$h = d + d' + \phi_{TS} + Q$$

yang mana:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \{(\text{Jumlah lapis} - 1) + (\text{Jumlah Lapis} \times \phi_{TR})\}$$

4.4.1.2. Desain Balok Bertulangan Rangkap

1. Menentukan momen nominal keadaan (2), dengan:

$$M_{n2} = M_r / \phi - M_{n1}$$

2. Dari momen nominal keadaan (2) dapat diperkirakan luas tulangan yang akan terjadi.

$$A_{S2} = \frac{M_{n2}}{f_y \cdot (d - d')}$$

3. Maka luas tulangan tarik (A_S) adalah:

$$A_S = A_{S1} + A_{S2}$$

4. Untuk menentukan jenis keruntuhan, ditinjau regangan yang terjadi dibandingkan dengan regangan luluh baja

a. Regangan luluh baja

$$\epsilon_y = f_y / 200000$$

b. Regangan desak yang terjadi

$$\epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003$$

c. Regangan tarik yang terjadi

$$\epsilon = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003$$

5. Jika $\epsilon < \epsilon_y$ maka $f_s = \epsilon \cdot 200000$

6. Jika $\epsilon' < \epsilon_y$ maka terjadi tulangan desak belum luluh (**kondisi 1**) dan jika sebaliknya berarti tulangan desak telah luluh (**kondisi 2**).

Kondisi 1 : Tulangan Desak Belum Luluh

1. Jika tulangan desak belum luluh, maka ditentukan f'_s yang bekerja dengan cara coba-coba

- a. tentukan f'_s
- b. menentukan gaya desak baja tulangan (C_s)

$$C_s = A_{s2} \cdot (f'_s - 0,85 \cdot f'_c)$$

- c. dari keseimbangan gaya, tentukan tinggi blok desak

$$a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

- d. sehingga tinggi garis netral dapat diketahui

$$c = \beta_1 \cdot a$$

- e. regangan desak yang terjadi adalah

$$\epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003$$

- f. maka tegangan yang terjadi harus mendekati dengan f'_s asumsi awal, jika tidak sama maka proses diulang ke bagian a.

$$f'_s = \epsilon' \cdot 200000$$

2. Tentukan jumlah tulangan untuk bagian tarik (n) dan bagian desak (n')

$$n' = \frac{A_{s2}}{\pi \cdot (\phi_{pTk}/2)^2}$$

$$n = \frac{A_s}{\pi \cdot (\phi_{pTr}/2)^2}$$

3. Dari jumlah tulangan diatas maka luas masing-masing tulangan yang digunakan adalah:

$$A'_{spakai} = n' \cdot \pi \cdot (\phi_{pTk}/2)^2$$

$$A_{spakai} = n \cdot \pi \cdot (\phi_{pTr}/2)^2$$

4. Kemudian tentukan tinggi balok (h_{pakai}) dari:

$$h_{pakai} = d + d' + \phi_{Ts} + Q$$

yangmana:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \{(\text{Jumlah lapis} - 1) + (\text{Jumlah Lapis} \times \phi_{Tr})\}$$

5. Kontrol momen tampang nominal (M_u) terhadap momen rencana.

$$M_u = \phi \cdot \{C_c \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) + C_s \cdot (d - d')\}$$

yangmana:

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

$$C_s = A'_{spakai} \cdot (f'_s - 0,8 \cdot f'_c)$$

Kondisi 2 : Tulangan Desak Telah Luluh

1. Jika tulangan desak telah luluh, maka asumsi awal telah benar.

$$f'_s = f_y$$

2. Tentukan jumlah tulangan untuk bagian tarik (n) dan bagian desak (n')

$$n' = \frac{A_{s2}}{\pi \cdot (\phi_{pTk}/2)^2}$$

$$n = \frac{A_s}{\pi \cdot (\phi_{pTr}/2)^2}$$

3. Dari jumlah tulangan diatas maka luas masing-masing tulangan yang digunakan adalah:

$$A'_{spakai} = n' \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{pTk})^2$$

$$A_{spakai} = n \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{pTr})^2$$

4. Kemudian tentukan tinggi balok (h_{pakai}) dari:

$$h_{pakai} = d + d' + \phi_{TS} + Q$$

yangmana:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \{(\text{Jumlah lapis} - 1) + (\text{Jumlah Lapis} \times \phi_{Tr})\}$$

5. Kontrol momen tampang nominal (M_u) terhadap momen rencana.

$$M_u = \phi \cdot (C_c \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) + C_s \cdot (d - d'))$$

yangmana:

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

$$C_s = A'_{spakai} \cdot (f'_s - 0,8 \cdot f'_c)$$

4.4.2. Langkah-langkah Analisa Balok

1. Untuk analisa blok bertulangan sebelah, data yang dibutuhkan adalah:
 - a. dimensi tampang,
 - b. diameter tulangan tarik, desak, dan sengkang,
 - c. jumlah tulangan desak dan tarik,
 - d. kuat desak beton,
 - e. kuat tarik baja.
2. Sebagai asumsi awal bahwa seluruh bagian baik desak ataupun tarik telah luluh, sehingga:

$$f'_s = f_y$$

$$f_s = f_y$$

3. Dari jumlah tulangan yang diketahui maka luas masing-masing tulangan yang digunakan adalah:

$$A'_s = n \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{pTk})^2$$

$$A_s = n \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{pTr})^2$$

4. Gaya-gaya dalam yang terjadi adalah:

$$C_s = A'_s \cdot (f_y - 0,85 \cdot f'_c)$$

dan

$$T = A_s \cdot f_y$$

5. Tentukan tinggi blok desak balok

$$a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

6. Sehingga tinggi garis netral dapat diketahui

$$c = a/\beta_1$$

7. Kemudian tentukan tinggi balok (h_{pakai}) dari:

$$h_{pakai} = d + d' + \phi_{Ts} + Q$$

yangmana:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \{(\text{Jumlah lapis} - 1) + (\text{Jumlah Lapis} \times \phi_{Tr})\}$$

8. Ditinjau regangan yang terjadi dibandingkan dengan regangan luluh baja

a. Regangan luluh baja

$$\epsilon_y = f_y/200000$$

b. Regangan desak yang terjadi

$$\epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003$$

c. Regangan tarik yang terjadi

$$\epsilon = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003$$

9. Jika $\epsilon < \epsilon_y$ maka

$$f_s = \epsilon \cdot 200000$$

dan

$$T = f_s \cdot A_s$$

10. Jika $\epsilon' < \epsilon_y$ maka terjadi tulangan desak belum luluh, maka ditentukan f'_s yang bekerja dengan cara coba-coba

a. tentukan f'_s

b. menentukan gaya desak baja tulangan (C_s)

$$C_s = A_{s2} \cdot (f'_s - 0,85 \cdot f'_c)$$

c. dari keseimbangan gaya tentukan tinggi blok desak

$$a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

d. sehingga tinggi garis netral dapat diketahui

$$c = \beta_1 \cdot a$$

e. regangan desak yang terjadi adalah

$$\epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003$$

f. maka tegangan yang terjadi harus mendekati dengan f'_s asumsi awal, jika tidak sama maka proses diulang ke bagian a.

$$f'_s = \epsilon' \cdot 200000$$

11. Tentukan momen tampang nominal (M_u)

$$M_u = \phi \cdot (C_c \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a) + C_s \cdot (d - d'))$$

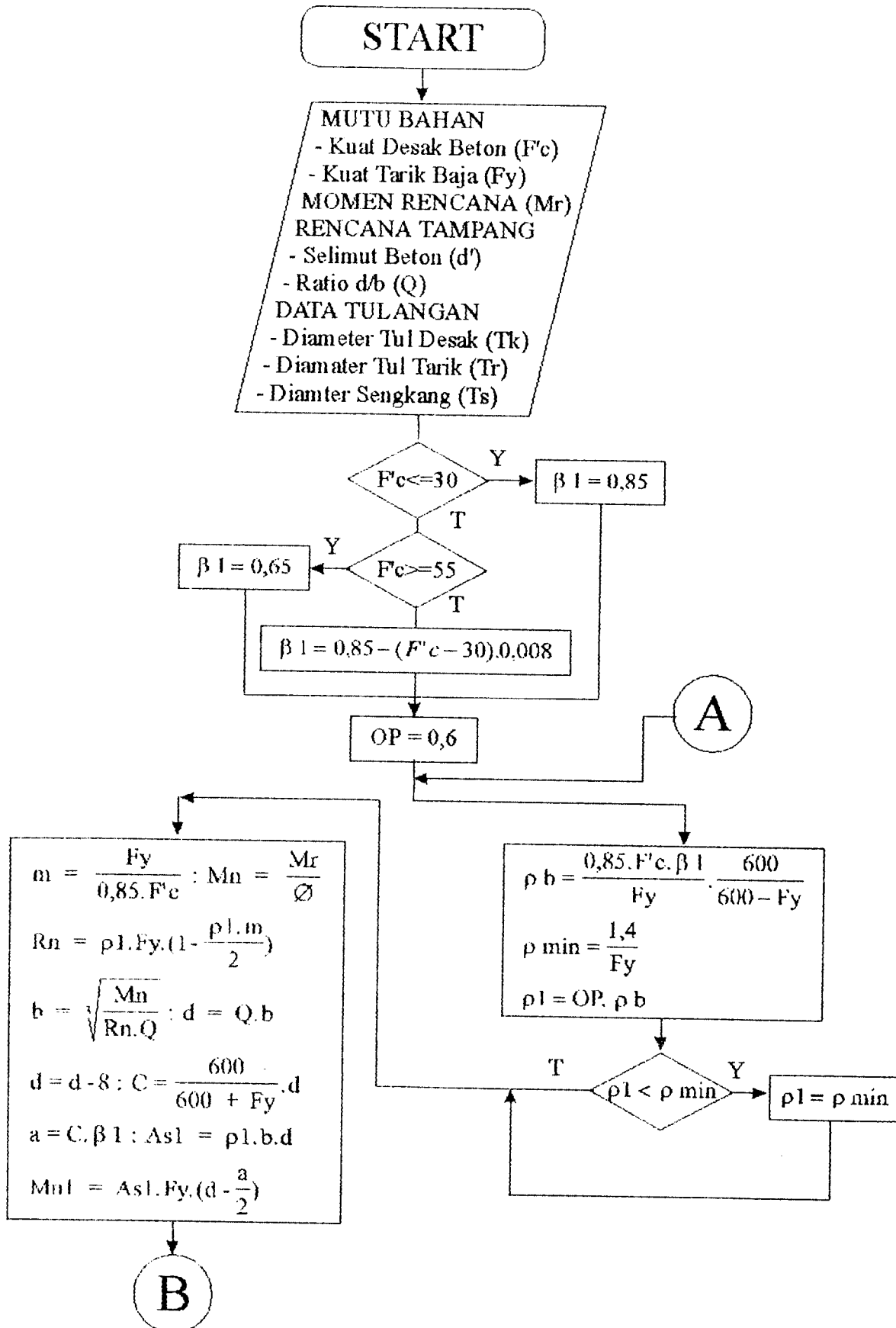
yangmana:

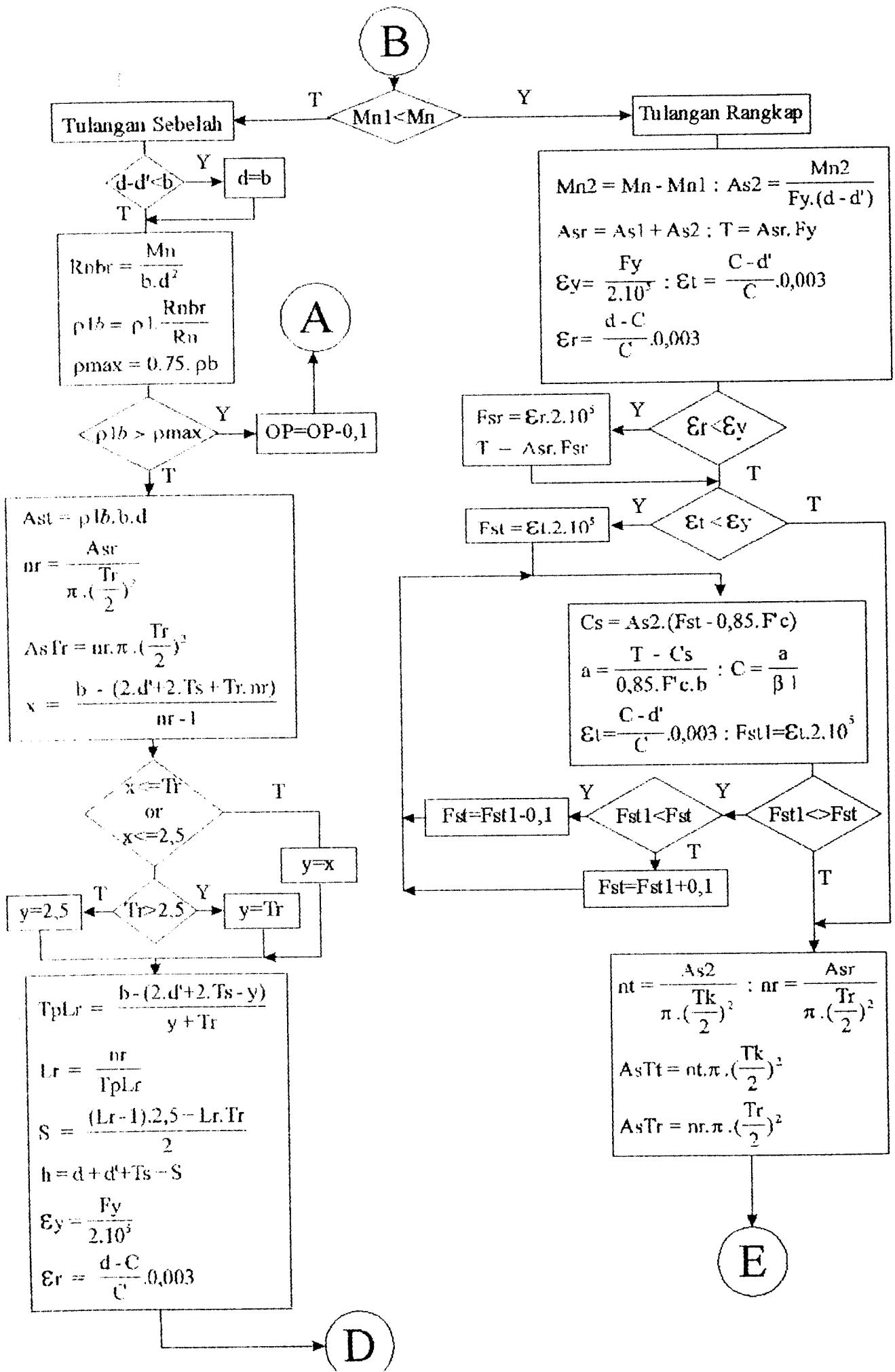
$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a$$

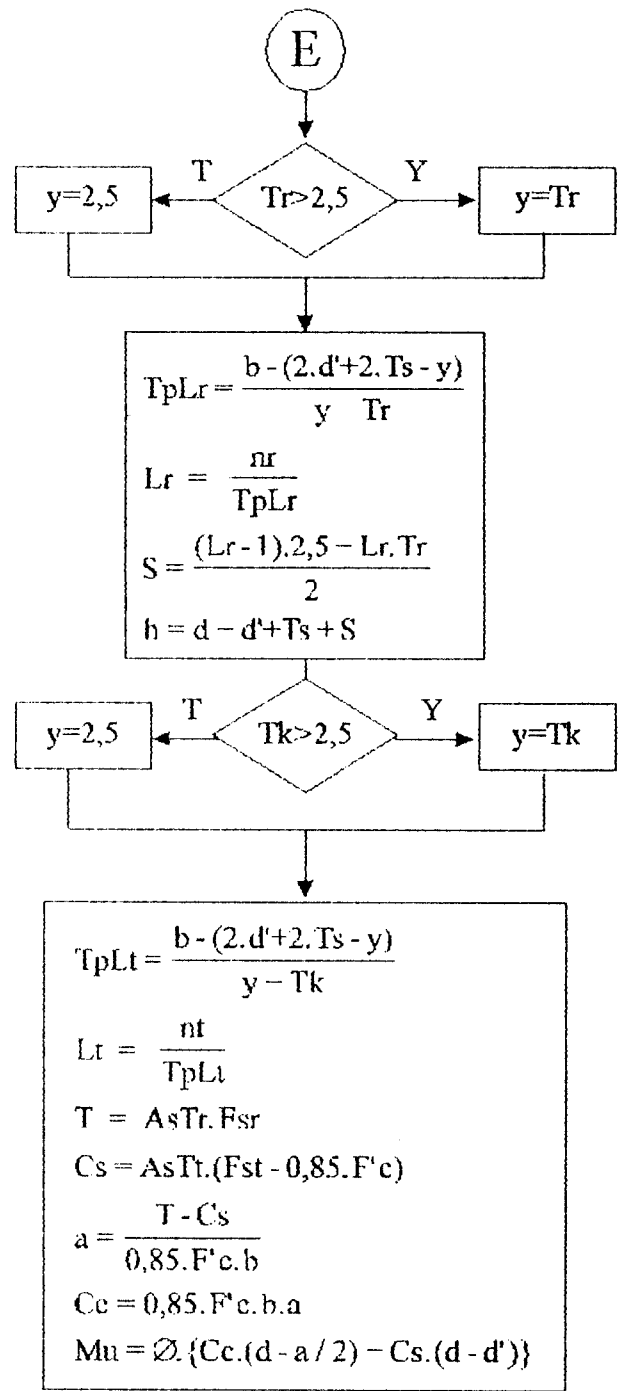
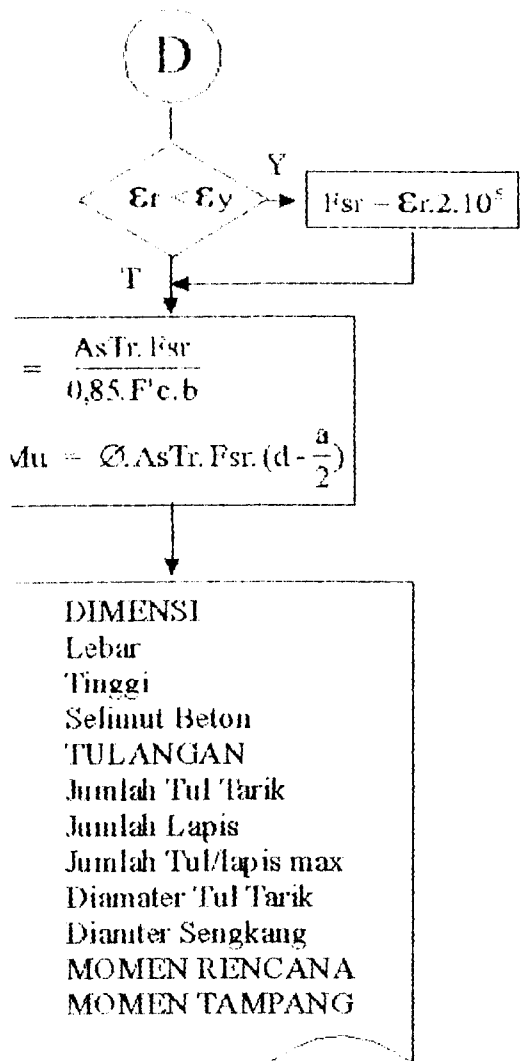
$$C_s = A_{s2} \cdot (f'_s - 0,8 \cdot f'_c)$$

4.4.3. Flow Chart Balok

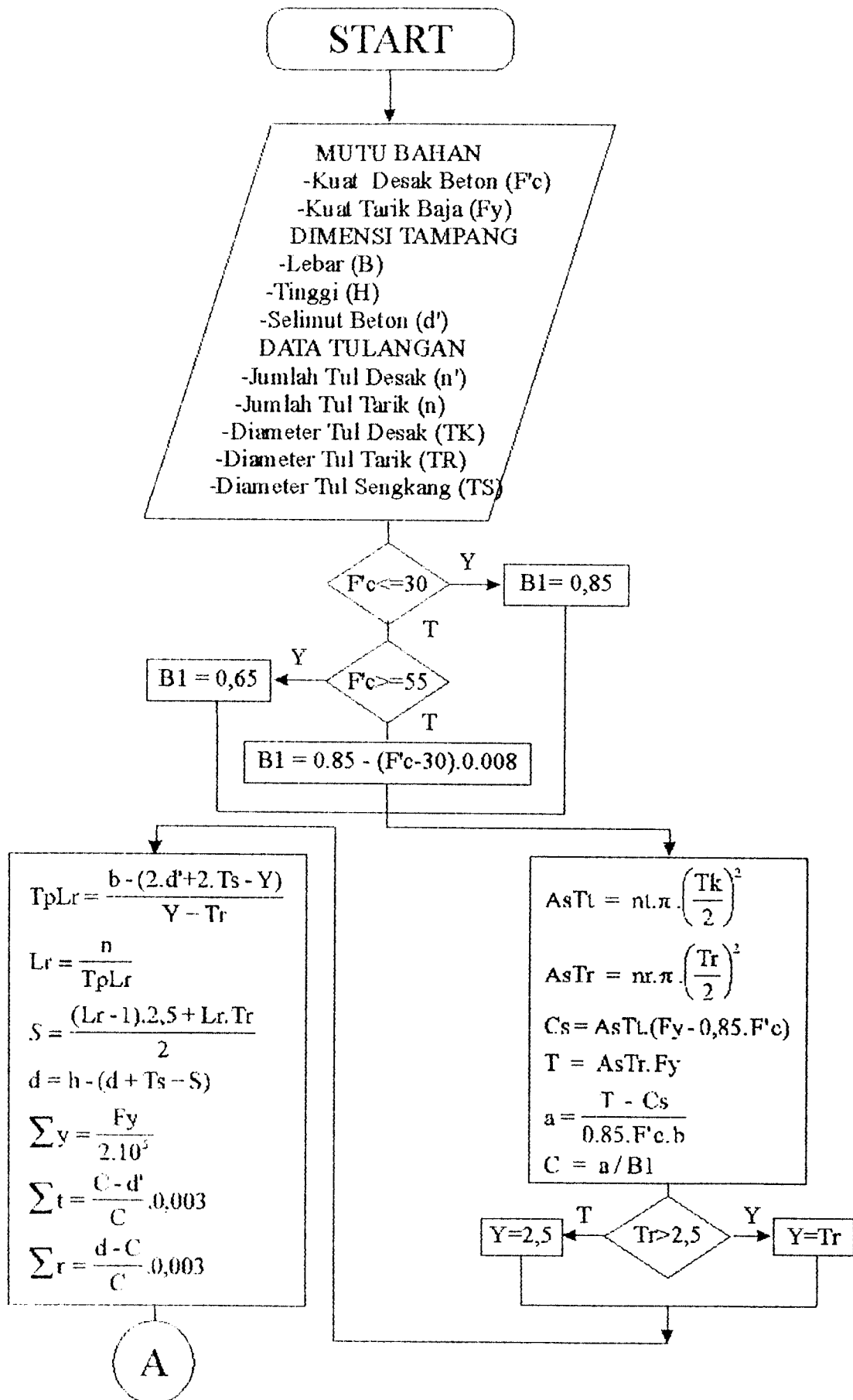
FLOW CHART DESAIN BALOK

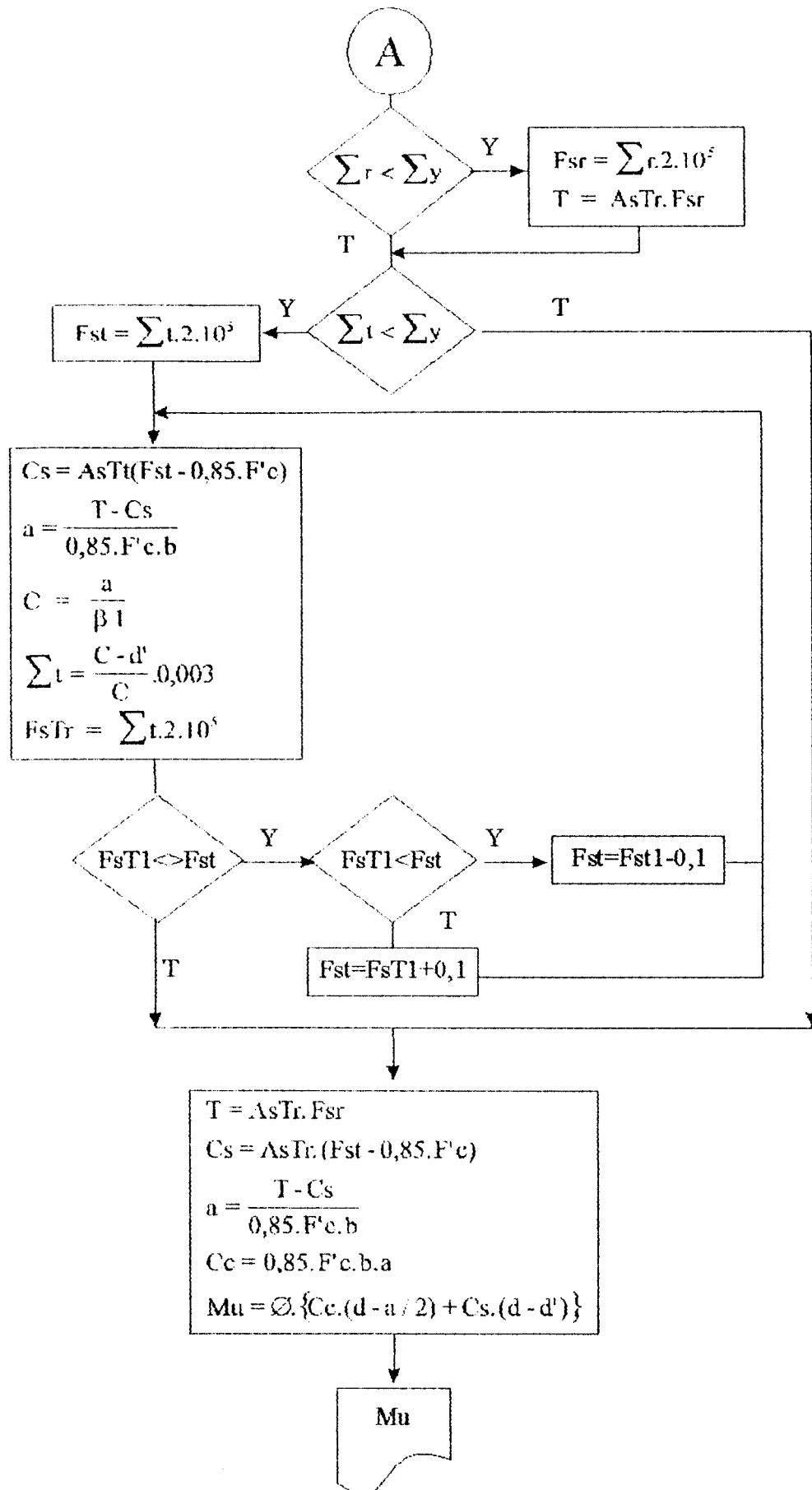






FLOW CHART ANALISA BALOK





4.5. Perancangan Kolom

4.5.1. Langkah-langkah Analisa Kolom

1. Dalam analisa kolom, data yang diperlukan adalah:
 - a. dimensi penampang,
 - b. diameter tulangan
 - c. kuat desak beton,
 - d. kuat tarik baja,
 - e. rasio penulangan kolom total,
 - f. momen rencana,
 - g. gaya desak/aksial,,
2. Untuk momen rencana (M_r) gunakan momen dari hasil perhitungan mekanika struktur, dan pilih yang terbesar.
3. Gaya aksial (P_r) yang bekerja merupakan jumlah dari gaya aksial hasil perhitungan Takabeya, berat sendiri kolom, dan berat balok yang menumpu diatas kolom.
4. Mencari eksentrisitas e yang terjadi

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

5. Menentukan jumlah tulangan yang dipakai
 - a. Karena penulangan berdasarkan 2 sisi simetris, maka ρ sama dengan ρ' .

$$\rho = \rho' = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{kolom}}$$

- b. Maka luas tulangan perlu kolom adalah:

$$A_{\text{perlu}} = \rho \cdot b \cdot (h - d')$$

c. Sehingga jumlah tulangan yang dipakai

$$n = n' = \frac{A_{\text{perlu}}}{\pi \cdot (\phi_p/2)^2}$$

6. Karena pembulatan maka luas tulangan yang dipakai adalah:

$$A_{\text{pakai}} = n \cdot \pi \cdot (\phi_p/2)^2$$

7. Menentukan jenis kolom, kolom pendek atau kolom panjang dengan menghitung Kelangsingan yang terjadi

$$\text{kelangsingan} = \frac{k \cdot l}{r}$$

yangmana: $k = 0,5$ (jepit - jepit)

$l =$ panjang kolom

$r = 0,3 \cdot h$ (segiempat)

Jika kelangsingan < 22 maka dianggap kolom pendek dan jika sebaliknya dianggap sebagai kolom langsing/panjang.

Kolom Langsing

1. Menentukan faktor pembesaran momen

a. Jika ρ_{kolom} kurang atau sama dengan 3 % maka

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5 \cdot (1 + \beta_d)}$$

dan jika sebaliknya

$$EI = \frac{1/5 \cdot (E_c \cdot I_g) + E_s \cdot I_s}{(1 + \beta_d)}$$

yangmana:

$$I_s = 2 \cdot A_{\text{spakai}} \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - d')^2$$

b. Beban tekuk Euler (P_c)

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l)^2}$$

c. Mencari faktor pembesaran momen (δ_b)

$$\delta_b = \frac{C_m}{(1 - P_u/(\phi \cdot P_c))}$$

yangmana: $C_m = 1 : C_m = 0,6 + 0,4 \cdot (M_1/M_2) \geq 0,4$

2. Menentukan momen desain (M_c) dari

$$M_c = \delta_b \cdot M_r$$

3. Eksentrisitas desain yang terjadi adalah

$$e = \frac{M_c}{P_u}$$

4. Perhitungan dilanjutkan pada perancangan kolom pendek

Kolom Pendek

1. Menentukan tinggi efektif yang terjadi

$$d = h - d'$$

2. Menentukan letak garis netral balance (C_b)

$$C_b = d \cdot \frac{600}{f_y + 600}$$

3. Tinggi blok tegangan ekuivalen balance (a_b)

$$a_b = \beta_1 \cdot C_b$$

4. Tegangan yang terjadi

$$f'_s = E_s \cdot \epsilon'_s = E_s \frac{0,003 \cdot (C_b - d')}{C_b}$$

$$f'_s = f_y$$

Jika $f'_s > f_y$ maka $f'_s = f_y$

5. Menentukan jenis keruntuhan kolom

a). Gaya balance yang terjadi

$$P_{nb} = 0,85.f'_c.b.a_b + A'_s.f'_s - A_s.f_y$$

b). Momen balance yang terjadi

$$M_{nb} = 0,85.f'_s.b.a_b.(\frac{1}{2}.h - \frac{1}{2}.a_b) + A'_s.f'_s.(\frac{1}{2}.h - d') + A_s.f_y.(d - \frac{1}{2}.h)$$

c). Eksentrisitas balance

$$e_b = M_{nb}/P_{nb}$$

Jika $e_b < e$ maka terjadi keruntuhan tarik, dan sebaliknya terjadi keruntuhan desak

Keruntuhan Desak

1. Jika $f'_s < f_y$ maka gunakan prosedur coba-coba
2. Gaya tahan nominal P_n yang sesungguhnya

$$P_n = \frac{A'_s.f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0.5} + \frac{b.h.f'_c}{\frac{3.h.e}{d^2} + 1.18}$$

Keruntuhan Tarik

1. Jika $f'_s < f_y$ maka gunakan prosedur coba-coba
2. Gaya tahan nominal P_n yang sesungguhnya

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

yangmana:

$$* m = \frac{f_y}{0.85.f'_c.b}$$

$$* f_{\text{aktual}} = \frac{A_{\text{pakai}}}{b.d}$$

3. Tegangan sesungguhnya yang terjadi

a. Tinggi blok tegangan ekuivalen (a)

$$a = \frac{P_n}{0,85.f'_c.b}$$

b. Garis netral

$$c = a/\beta_1$$

c. Tegangan desak yang sesungguhnya

$$f'_s = E_s \cdot \epsilon'_s = E_s \frac{0,003.(c - d')}{c}$$

Jika $f'_s \leq f_y$ maka gunakan prosedur coba-coba

Prosedur Coba-coba

1. Dalam prosedur ini mengasumsikan nilai c
2. Dengan harga c tersebut dapat dihitung tinggi blok tegangan ekuivalen

$$a = \beta_1.c$$

3. Hitung tegangan yang terjadi dengan rumus

$$f'_s = E_s \cdot \epsilon'_s = E_s \frac{0,003.(c - d')}{c}$$

$$f_s = E_s \cdot \epsilon_s = E_s \frac{0,003.(d - c)}{c}$$

Sehingga Jika $f'_s > f_y$ maka $f'_s = f_y$

Jika $f_s > f_y$ maka $f_s = f_y$

6. Tentukan gaya dan momen nominal yang terjadi

a). Gaya nominal yang terjadi

$$P_n = 0,85.f'_c.b.a + A'_s.f'_s - A_s.f_y$$

b). Momen nominal yang terjadi

$$M_n = 0,85 \cdot f'_s \cdot b \cdot a \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - \frac{1}{2} \cdot a) \\ + A'_s \cdot f'_s \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - d') + A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot h)$$

7. Eksentrisitas nominal

$$e = M_n / P_n$$

Jika perbandingan e terhadap e_b lebih dari 0,5 % maka kembali ke nomor 1 sampai akhirnya nilai e kurang dari 0,5 % e_b

8. Perhitungan dilanjutkan dengan ke langkah perancangan lanjutan.

Perancangan Lanjutan

1. Menentukan faktor reduksi,

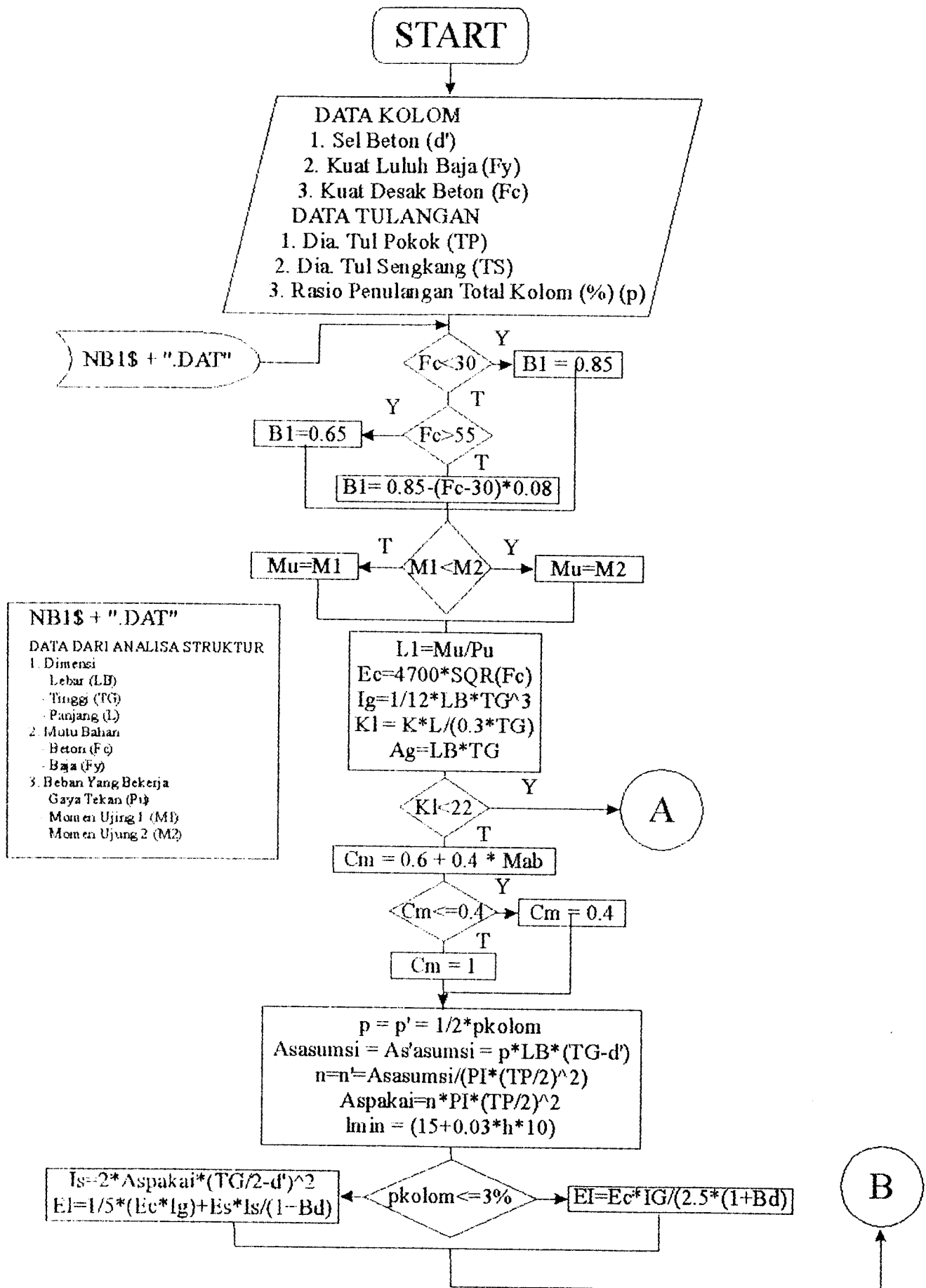
Jika $P_n > 0,1 \cdot A_g \cdot f'_c$ maka $\phi = 0,65$ dan jika sebaliknya maka

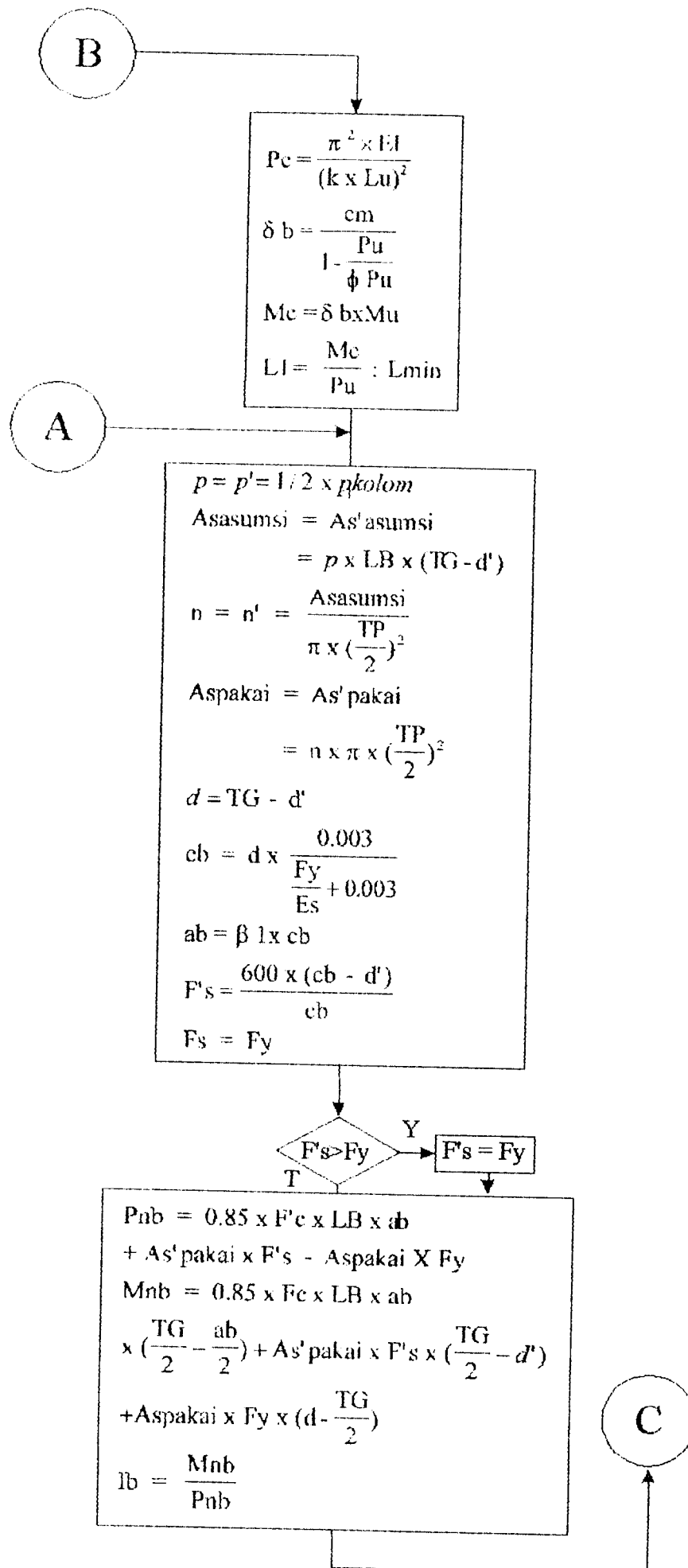
$$\phi = 0,8 - \frac{0,2 \cdot \phi \cdot P_n}{0,1 \cdot A_g \cdot f'_c}$$

2. Jika $\phi P_n > P_u$ maka perancangan tampang aman

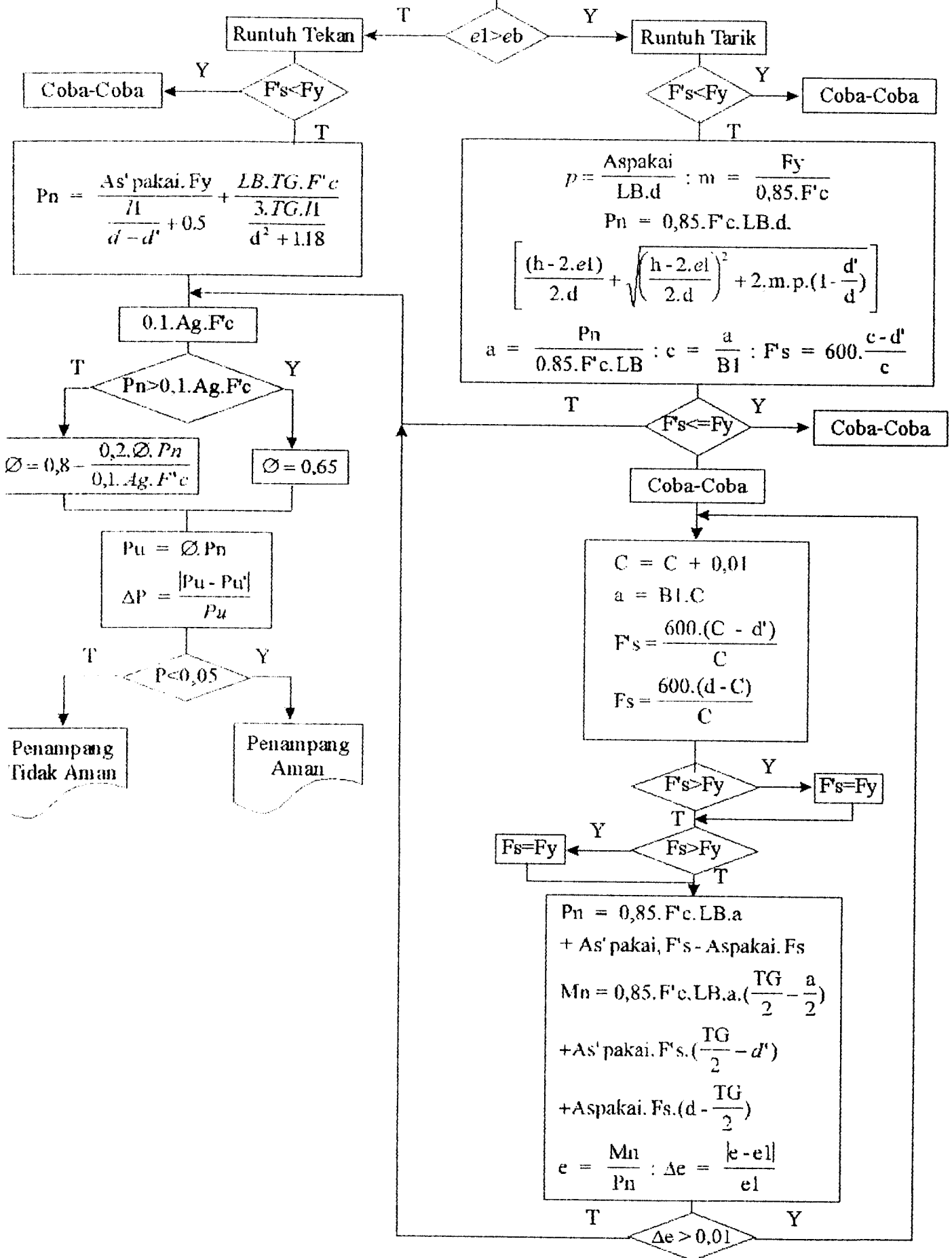
4.5.2. Flow Chart Analisa Kolom

FLOW CHART PERHITUNGAN KOLOM





(C)



4.6. Perancangan Plat

4.6.1. Langkah-langkah Perencanaan Plat

1. Dalam perancangan plat, data yang dibutuhkan adalah:
 - a. kuat desak beton (f'_c),
 - b. kuat tarik baja (f_y),
 - c. jenis plat (Plt),
 - d. heban hidup (Bh),
 - e. letak plat (jumlah bentang (Jb) dan posisi bentang plat (Bk))
 - f. tebal plat dalam mm,
 - g. diameter tulangan pokok (ϕ_p) dan tulangan susut (ϕ_s).
2. Menghitung beban-beban yang bekerja pada plat:

- a. Untuk plat atap

Berat sendiri plat (B_m)

$$B_m = h/1000 \cdot 2400 \quad (\text{kg/m}^2)$$

Sehingga:

$$W_u = 1,2 B_m + 1,6 B_h$$

- b. Untuk plat lantai

- 1). Berat sendiri plat (B_s)

$$B_s = h/1000 \times 2400 \quad (\text{kg/m}^2)$$

- 2). Berat lantai (setebal 2 cm) (B_l)

$$B_l = 0,02 \times 2400 \quad (\text{kg/m}^2)$$

- 3). Berat spesi (setebal 2 cm) (B_c)

$$B_c = 0,02 \times 2100 \quad (\text{kg/m}^2)$$

- 4). Berat plafon (B_f)

$$B_f = 18 \quad (\text{kg/m}^2)$$

maka beban mati plat lantai (B_m) adalah

$$B_m = B_s + B_c + B_l + B_f \quad (\text{kg/m}^2)$$

Sehingga:

$$W_{11} = 1,2 B_m + 1,6 B_h$$

3. Perhitungan tebal minimum:

a. Untuk 2 tumpuan:

$$h = 1/20 \times (0,4 + f_y/700)$$

b. Untuk satu ujung menerus:

$$h = 1/24 \times (0,4 + f_y/700)$$

c. Untuk kedua ujung menerus:

$$h = 1/28 \times (0,4 + f_y/700)$$

d. Untuk kantilever:

$$h = 1/10 \times (0,4 + f_y/700)$$

4. Syarat penutup beton (selimut beton) untuk plat:

a. Jika plat = atap dan $\phi_p \leq \phi 16$ maka $d' = 40$ mm

b. Jika plat = atap dan $\phi_p \geq \phi 19$ maka $d' = 50$ mm

c. Jika plat = lantai dan $\phi_p \leq \phi 36$ maka $d' = 20$ mm

5. Menentukan jenis perhitungan plat dari perbandingan panjang dengan lebar plat (l_y/l_x). Jika $l_y/l_x \leq 2$ maka digunakan perhitungan plat dua arah, dan jika $l_y/l_x > 2$ maka digunakan perhitungan satu arah.

Perhitungan Plat Satu arah

1. Untuk perhitungan plat satu arah, dari SK SNI T-15-1991-03 Pasal 3.1.3.3 dengan tumpuan luar adalah balok, perhitungan momen rencana jika diuraikan sebagai berikut:

a. jika $B_k \geq 1$ dan $J_b = 2$ maka:

$$M_{t1} = 1 / 24 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{t2} = 1 / 9 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{l1} = 1 / 11 \times W_u \times l_n^2$$

b. jika $B_k = 1$ dan $J_b \geq 3$ maka:

$$M_{t1} = 1 / 24 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{t2} = 1 / 10 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{l1} = 1 / 11 \times W_u \times l_n^2$$

c. jika $B_k = 2$ dan $J_b = 3$ maka:

$$M_{t1} = 1 / 10 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{t2} = 1 / 10 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{l1} = 1 / 16 \times W_u \times l_n^2$$

d. jika $B_k = J_b$ maka:

$$M_{t1} = 1 / 24 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{t2} = 1 / 10 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{l1} = 1 / 11 \times W_u \times l_n^2$$

e. jika $B_k \geq 2$ dan $J_b > 3$ maka

$$M_{t1} = 1 / 11 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{t2} = 1 / 11 \times W_u \times l_n^2$$

$$M_{l1} = 1 / 16 \times W_u \times l_n^2$$

yangmana l_n adalah untuk:

1. momen lapangan = bentang bersih di-antara tumpuan.

2. momen tumpuan = bentang bersih rata-rata pada kiri dan kanan tumpuan.

2. Dari perhitungan momen rencana tersebut untuk momen tumpuan (M_t) dan momen lapangan (M_l) dipilih yang

terbesar, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan penulangan.

Perhitungan plat dua arah

1. Untuk perhitungan plat dua arah, momen rencana yang digunakan sesuai dengan tabel pada buku "Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang" oleh Gideon. Dalam program ini masukan yang diminta adalah type plat.
2. Kemudian masukkan nilai koefisien sesuai tabel.
3. Dari perhitungan momen rencana tersebut untuk momen tumpuan (M_t) dan momen lapangan (M_l) dipilih yang terbesar, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan penulangan.

Perhitungan Penulangan

1. Untuk perhitungan penulangan tentukan dulu nilai β_1 berdasarkan kuat desak beton, menurut SK SNI T-15-1991-03 nilai β_1 sebagai berikut:

$$f'_c \leq 30 \text{ MPa} \quad \text{maka} \quad \beta_1 = 0,85$$

$$f'_c \geq 55 \text{ MPa} \quad \text{maka} \quad \beta_1 = 0,65$$

$$30 < f'_c < 55 \text{ MPa} \quad \text{maka} \quad \beta_1 = 0,85 - (f'_c - 30)0,008$$

2. Tentukan tinggi efektif plat dari

$$d = h - d' - \frac{1}{2} \cdot \phi_p$$

3. Tentukan syarat rasio penulangan,

- a. rasio penulangan balance (ρ_b)

$$\rho_b = \frac{(0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1)}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)}$$

- b. rasio penulangan maksimum (ρ_{mak})

$$\rho_{\text{mak}} = 0,75 \rho_b$$

c. rasio penulangan minimum (ρ_{\min})

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y$$

d. rasio penulangan 1,33 dari rasio penulangan pakai

$$\rho_{1,33} = \rho_{\text{aktual}}$$

4. Tentukan rasio penulangan aktual untuk masing-masing bagian (tumpuan dan lapangan)

a. untuk tumpuan

$$\rho_{\text{aktual1}} = \rho_1 \cdot f'_c / f_y$$

yangmana:

$$k_1 = M_t / (b \cdot d^2)$$

$$\omega_1 = \frac{(1/0,59) - \sqrt{(1/0,59)^2 - 4(k_1 / (0,59 \cdot f'_c))}}{2}$$

b. untuk lapangan

$$\rho_{\text{aktual2}} = \omega_2 \cdot f'_c / f_y$$

yangmana:

$$k_2 = M_t / (b \cdot d^2)$$

$$\omega_2 = \frac{(1/0,59) - \sqrt{(1/0,59)^2 - 4(k_2 / (0,59 \cdot f'_c))}}{2}$$

5. Menentukan rasio penulangan yang digunakan

a. Jika $\rho_{\min} > \rho_{\text{aktual}}$ dan $\rho_{\min} < \rho_{1,33}$

maka $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min}$

b. Jika $\rho_{\min} > \rho_{\text{aktual}}$ dan $\rho_{\min} > \rho_{1,33}$

maka $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{1,33}$

c. Jika $\rho_{\min} < \rho_{\text{aktual}}$ dan $\rho_{\text{mak}} > \rho_{\text{aktual}}$

maka $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{mak}}$

d. Jika $\rho_{\min} < \rho_{\text{aktual}}$ dan $\rho_{\text{mak}} < \rho_{\text{aktual}}$

maka $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{aktual}}$

6. Luas tulangan yang digunakan untuk tumpuan dan lapangan

$$A_{sT} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d$$

$$A_{sL} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d$$

7. Jarak tulangan utama untuk masing-masing bagian ditinjau per meter.

$$s_t = \frac{\pi/4 \cdot (\phi_p)^2 \cdot 1000}{A_{st}}$$

$$s_l = \frac{\pi/4 \cdot (\phi_p)^2 \cdot 1000}{A_{sl}}$$

8. Menurut SKSNI T-15-1991-03 Pasal 3.16.12 rasio luas tulangan susut dan suhu terhadap luas bruto beton adalah sebagai berikut:

- a. tulangan deform mutu ≤ 300 MPa maka

$$\rho_s = 0,002 \times 300 / f_y$$

- b. tulangan polos atau deform ≥ 400 MPa maka

$$\rho_s = 0,0018 \times 400 / f_y$$

tetapi dalam segala hal, tidak boleh kurang dari 0,0014

9. Luas tulangan susut yang digunakan adalah:

$$A_{ss} = \rho_s \cdot b \cdot d$$

10. Jarak tulangan susut adalah:

$$s_s = \frac{\pi/4 \cdot (\phi_s)^2 \cdot 1000}{A_{ss}}$$

11. Kontrol terhadap jarak tulangan

- a. Syarat jarak minimum tulangan utama adalah 40 mm
 b. Syarat jarak maksimum tulangan utama untuk:

- 1). momen maksimum : $2,5 h$ atau 250 mm
 - 2). momen menurun : $3 h$ atau 500 mm
 - c. jarak maksimum tulangan distribusi: 250 mm
 - d. jarak maksimum tulangan susut: $5 h$ atau 500 mm
 - e. jika $h > 250 \text{ mm}$ diberikan tulangan atas dan bawah
12. Kontrol terhadap retak, jika $f'_c > 300 \text{ MPa}$ maka perlu dicek lebar retak.
- a. jarak antar titik berat tulangan utama sampai ke serat tarik terluar

$$d_c = d' + \frac{1}{2} \cdot \phi_p$$
 - b. maka lebar retak plat adalah

$$z = 0,6 \cdot f_y \cdot (d_c \cdot A)^{1/3}$$
 yangmana:

$$A = 2 \cdot d_c \cdot s$$
13. Kontrol lebar retak terhadap syarat dalam SK SNI.
- a. Untuk plat atap

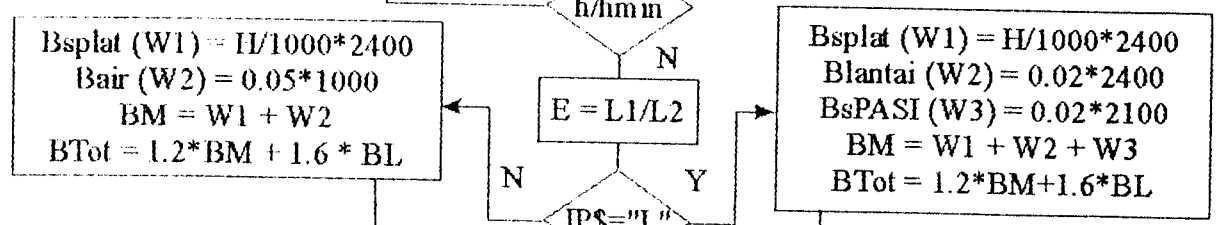
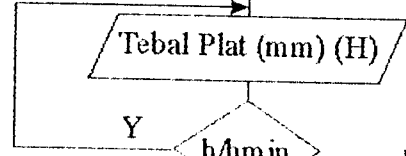
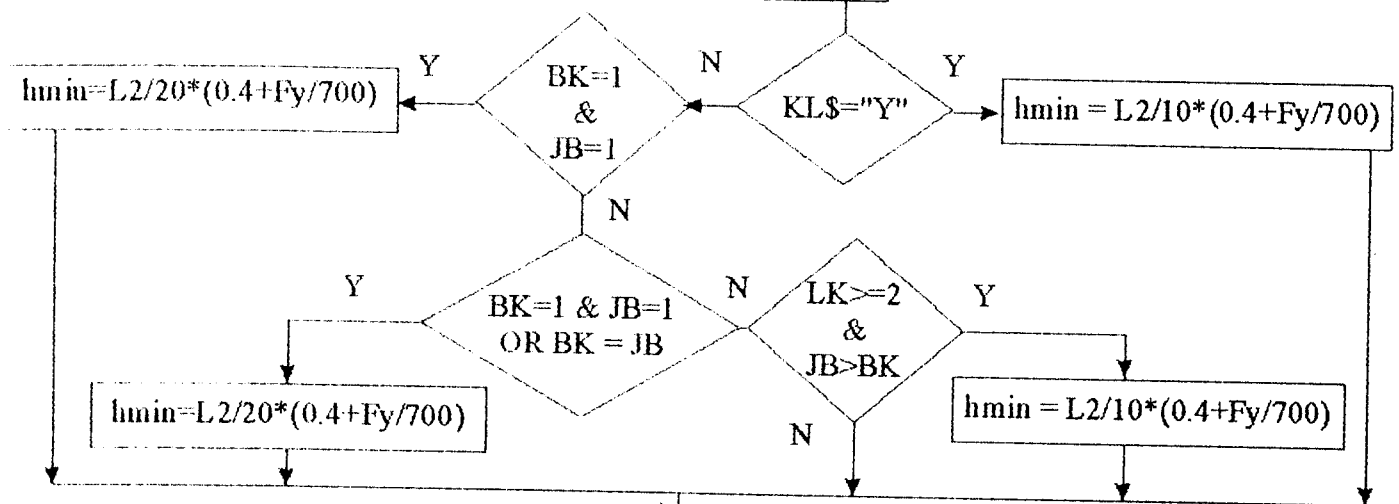
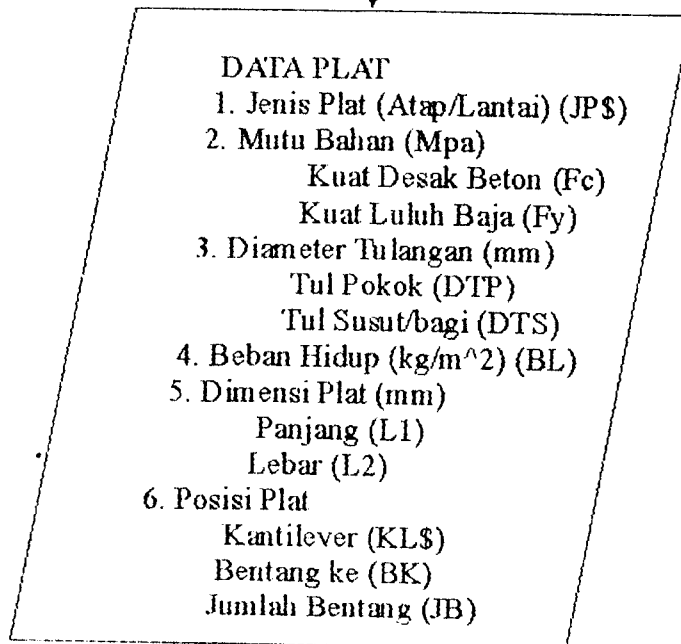
jika $z \leq 30 \text{ MN/m}$ maka plat aman terhadap retak.
 - b. Untuk plat lantai

jika $z \leq 25 \text{ MN/m}$ maka plat aman terhadap retak.

4.6.2. Flow Chart Perencanaan Plat

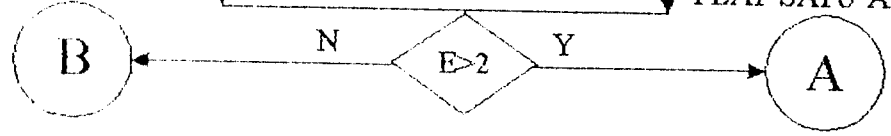
FLOW CHART PERHITUNGAN PLAT

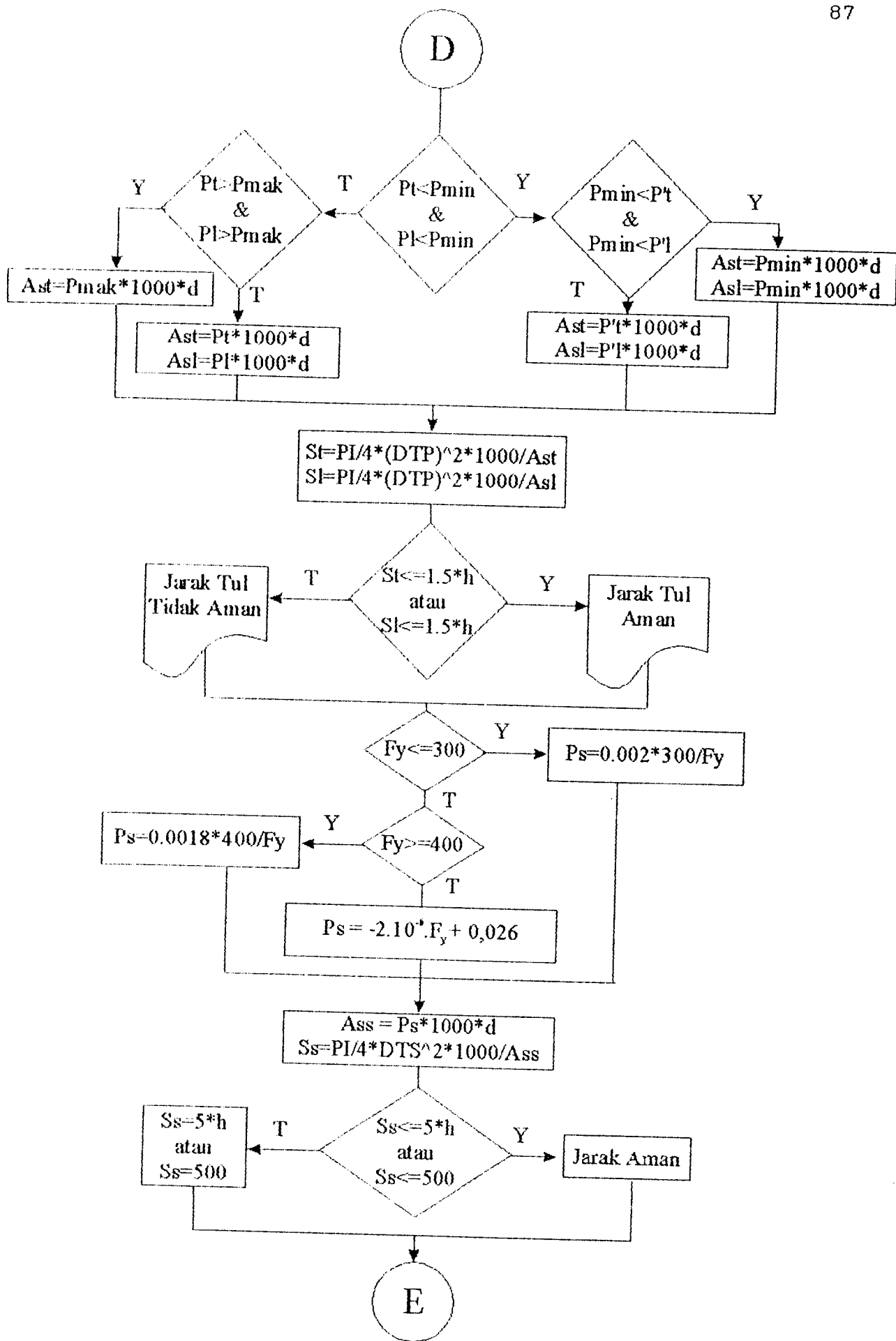
START

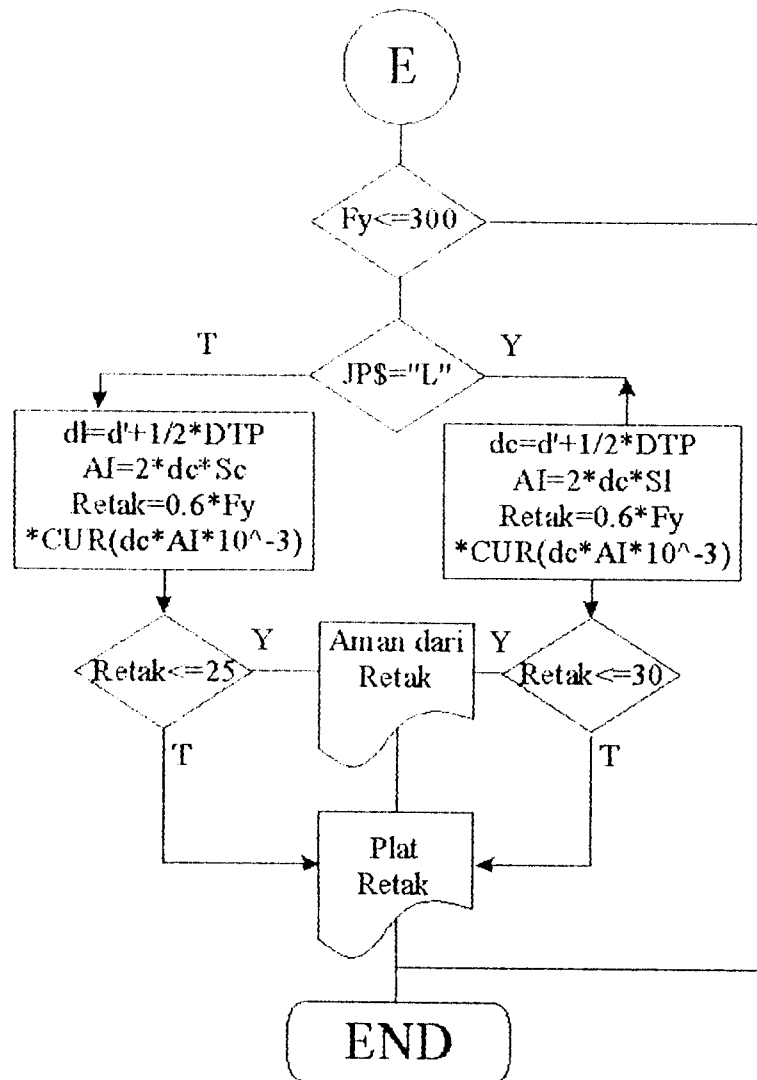


PLAT DUA ARAH

PLAT SATU ARAH







BAB V
MODEL KAJIAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Struktur

Program pada tugas akhir ini khusus untuk perancangan struktur gedung dengan batasan-batasan sesuai yang ada pada BAB I. Analisis struktur pada program ini hanya untuk beban terbagi merata, yangmana beban tersebut adalah beban rencana hasil perhitungan manual.

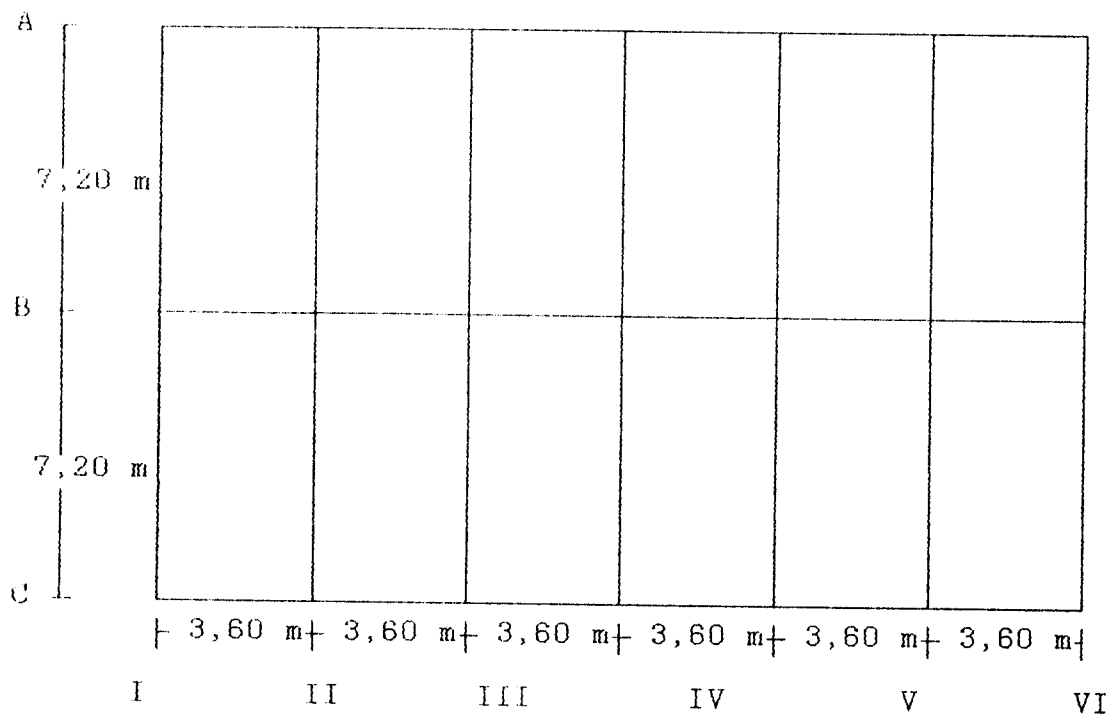
Sebagai model kajian direncanakan sebuah gedung sekolah berlantai 5 (faktor keutamaan I = 1,5), didaerah dengan wilayah gempa 2 dan kondisi jenis tanah lunak. Portal terbuat dari struktur beton dengan $f'c = 30$ Mpa dan $Fy = 300$ Mpa. Struktur dirancang memenuhi daktilitas 3 (daktilitas penuh) dengan faktor jenis struktur (K) = 1,00.

Denah dan bentuk portal dapat dilihat pada gambar 5.1. dan 5.2 yangmana ukuran semua balok diasumsikan 35 x 65 (cm) dan kolom diasumsikan 45 x 45 (cm).

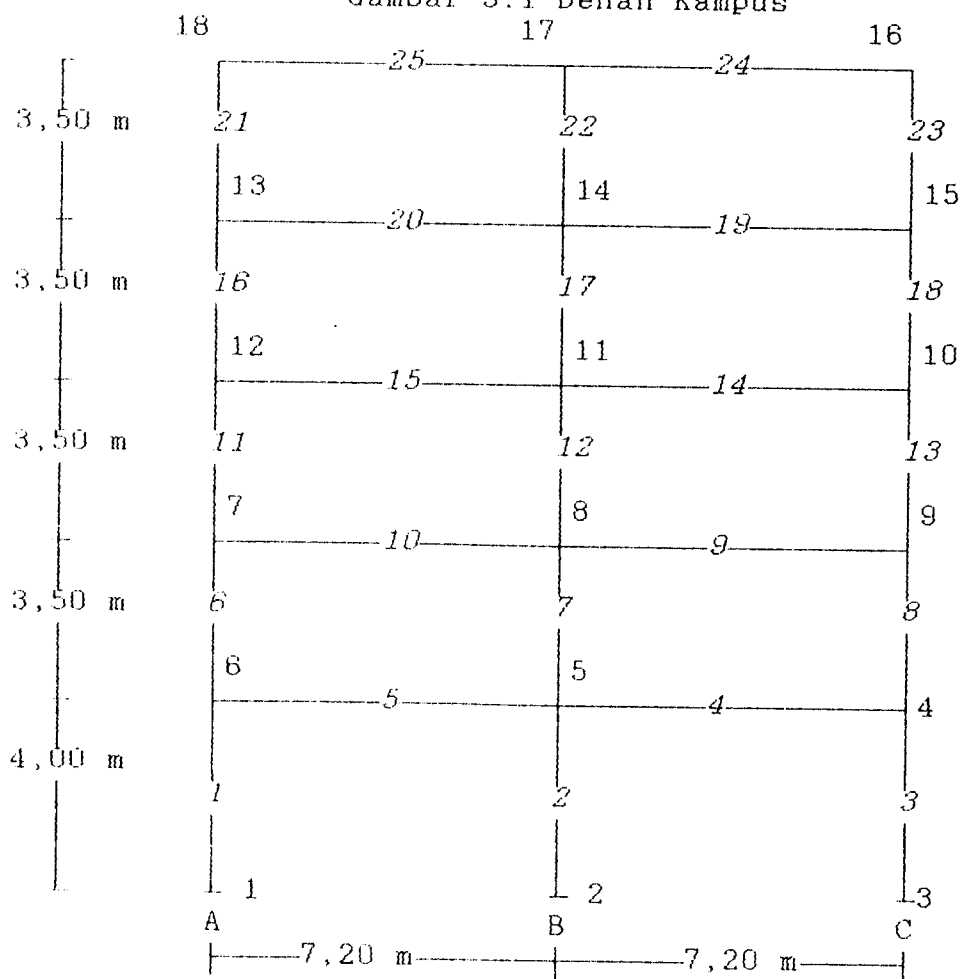
5.1.1. Perhitungan Beban

a. Atap ukuran (7,2 x 3,6) m²

1. Tebal plat minimum : $360/28 = 12,857$ cm
diambil $h = 13$ cm



Gambar 5.1 Denah Kampus



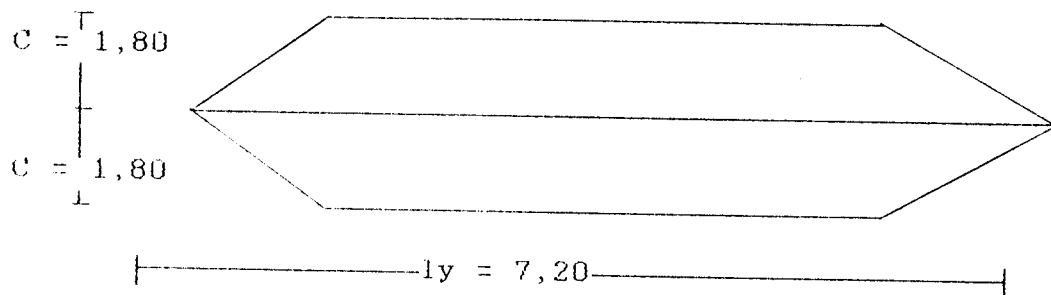
Gambar 5.2. Portal III

2. Beban Mati

$$\begin{aligned}
 - \text{B.S. Plat } (0,13.2400.1,00.1,00) &= 312,00 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Plafon } (18.1,00.1,00) &= 18,00 \text{ kg/m}^2 \\
 \hline
 \text{Qd} &= 330,00 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

3. Beban Hidup (Q_l) = 150,00 kg/m²

4. Beban ekuivalen pada balok portal atap (btg 24 & 25)



a. Beban Mati

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat} &= (1 - 4/3.C^2/ly^2).2.C.Qd \\
 &= (1 - 4/3.1,80^2/7,2^2).2.1,80.330 \\
 &= 0,91667.2.1,8.330 &= 1089 \text{ kg/m} \\
 - \text{Balok} &= 0,35.0,65.2400 &= 546 \text{ kg/m} \\
 \hline
 \text{Qd} &= 1635 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup

$$Q_l = 0,9.0,91667.2.1,80.150 = 446 \text{ kg/m}$$

b. Lantai ukuran (7,2 x 3,6) m²

1. Tebal plat diambil 15 cm

2. Beban Mati

$$\begin{aligned}
 - \text{B.S. Plat} &= 0,15.2400.1,00.1,00 &= 360 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Tegel (2cm)} &= 2.24.1,00.1,00 &= 48 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Spesi (3cm)} &= 3.21.1,00.1,00 &= 63 \text{ kg/m}^2 \\
 - \text{Plafon} &= 18.1,00.1,00 &= 18 \text{ kg/m}^2 \\
 \hline
 \text{Qd} &= 489 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

3. Beban Hidup (Q_l) = 250 kg/m²

4. Beban equivalen pada balok portal lantai

a. Beban Mati

- Plat	= 0,91667.2.1,8.489	= 1614 kg/m
- Balok	= 0,35.0,65.2400	= 546 kg/m
- Dinding	= 250.3,5	= 875 kg/m
		<hr/>
	Q_d	= 3035 kg/m

b. Beban Hidup

$$(Q_l) = 0,9.0,91667.2.1,80.250 = 743 \text{ kg/m}$$

5.2. Validasi Program

Sebagai perbandingan antara perhitungan manual (Man) dengan perhitungan komputer (Com) tersaji dalam beberapa tabel berikut. Prosentase perbedaan diperoleh dari selisih antara perhitungan komputer dengan manual dan dibandingkan dengan perhitungan komputer. Pada validasi ini tidak semua nilai dikontrol, tetapi hanya diambil sebagian karena dianggap sudah mewakili. Hasil perhitungan manual dan perhitungan komputer selengkapnya ada pada lampiran manual dan lampiran print out program.

5.2.1. Gaya Gempa

Tabel 5.1. Validasi Berat Lantai

Tgt	W_i Man	W_i Com	% Perbedaan
5	31858,2	31858.2000	0
4	54156,6	54156.6000	0
3	54156,6	54156.6000	0
2	54156,6	54156.6000	0
1	54885,6	54885.6000	0

Tabel 5.2. Validasi Kekakuan

Tgt	K Man	K Com	% Perbedaan
5	7386278,22	7386278,21677	$4,3729 \cdot 10^{-8}$
4	7386278,22	7386278,21677	$4,3729 \cdot 10^{-8}$
3	7386278,22	7386278,21677	$4,3722 \cdot 10^{-8}$
2	7386278,22	7386278,21677	$4,3729 \cdot 10^{-8}$
1	4948229,35	4948229,35225	$4,5471 \cdot 10^{-8}$

Tabel 5.3. Validasi Gaya Gempa

Tgt	F_i Man	F_i Com	% Perbedaan
5	$74,774 \cdot 10^2$	7477,441021	$2,6747 \cdot 10^{-7}$
4	$10,239 \cdot 10^3$	10239,49764	$6,1526 \cdot 10^{-6}$
3	$77,679 \cdot 10^2$	7767,894759	$9,7724 \cdot 10^{-6}$
2	$52,963 \cdot 10^2$	5296,291881	$2,2429 \cdot 10^{-6}$
1	$28,627 \cdot 10^2$	2862,712038	$3,1306 \cdot 10^{-4}$

5.2.2. Analisis Struktur

Tabel 5.4. Validasi Kekakuan Relatif

Tgt	K Man	K Com	% Perbedaan
1	$8,543 \cdot 10^{-4}$	$8,5429688 \cdot 10^{-4}$	$3,6579 \cdot 10^{-4}$
2	$9,7634 \cdot 10^{-4}$	$9,7633929 \cdot 10^{-4}$	$1,3005 \cdot 10^{-3}$
3	$1,1125 \cdot 10^{-3}$	$1,1124855 \cdot 10^{-3}$	$7,3160 \cdot 10^{-5}$

Tabel 5.5. Validasi Faktor distribusi (α)

$\alpha_{s.b}$	$\alpha_{a.b}$ Man	$\alpha_{a.b}$ Com	% Perbedaan
$\alpha_{4.3}$	-0.1451	-0.14513448	$2,3359 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{5.2}$	-0.1053	-0.10534229	$2,1774 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{5.4}$	-0.1372	-0.13715400	$3,3537 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{6.1}$	-0.1451	-0.14513448	$2,3759 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{6.5}$	-0.1889	-0.18899754	$5,1610 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{9.4}$	-0.1593	-0.15926378	$2,2738 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{9.8}$	-0.1815	-0.18147243	$1,5193 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{10.9}$	-0.1593	-0.15926378	$2,2742 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{11.8}$	-0.1168	-0.11685269	$4,5099 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{12.7}$	-0.1593	-0.15926379	$2,2738 \cdot 10^{-2}$
$\alpha_{17.14}$	-0.1525	-0.15249056	$6,1846 \cdot 10^{-3}$
$\alpha_{18.13}$	-0.2337	-0.23370539	$2,3102 \cdot 10^{-3}$
$\alpha_{18.17}$	-0.2663	-0.26629460	$2,0276 \cdot 10^{-3}$

Tabel 5.6. Validasi distribusi awal

M_a^c Kg.m	Beban Mati Man	Beban Mati Com	% Perbedaan
M_{44}^c	$-2,2274 \cdot 10^6$	-2227430,8506	$1,385 \cdot 10^{-3}$
M_{77}^c	$2,1387 \cdot 10^6$	2138743,8094	$2,039 \cdot 10^{-3}$
M_{99}^c	$-2,1387 \cdot 10^6$	-2138743,8094	$2,039 \cdot 10^{-3}$
M_{166}^c	$-1,6907 \cdot 10^6$	-1690711,4848	$6,793 \cdot 10^{-4}$
M_{188}^c	$1,6907 \cdot 10^6$	1690711,4848	$6,793 \cdot 10^{-4}$

Tabel 5.7. Validasi Distribusi Momen*

Ptr	Join	Momen Man	Momen Com	% Perbedaan
0	4	-2227430.83	-2227430.8506	$9.2483 \cdot 10^{-7}$
1		-1872681.76	-1872681.7803	$9.2114 \cdot 10^{-7}$
2		-1966801.21	-1966801.2209	$8.5875 \cdot 10^{-7}$
3		-1965050.08	-1965050.0483	$1.6600 \cdot 10^{-6}$
4		-1966455.34	-1966458.4718	$1.5951 \cdot 10^{-4}$
5		-1967168.65	-1967168.7145	$3.2300 \cdot 10^{-6}$
6	9	-1967379.87	-1967379.9388	$3.4919 \cdot 10^{-6}$
0		-2138743.56	-2138743.6094	$1.5926 \cdot 10^{-4}$
1		-1516372.77	-1516372.8159	$2.6333 \cdot 10^{-6}$
2		-1575843.70	-1575843.7494	$2.8785 \cdot 10^{-6}$
3		-1568947.94	-1568947.0394	$5.7618 \cdot 10^{-5}$
4		-1567305.52	-1567302.7797	$1.7503 \cdot 10^{-4}$
5	10	-1567135.58	-1567132.8132	$1.7681 \cdot 10^{-4}$
6		-1567003.67	-1567005.4026	$1.1025 \cdot 10^{-4}$
0		-2138743.56	-2138743.6094	$2.3098 \cdot 10^{-6}$
1		-1556615.89	-1556615.9293	$2.2645 \cdot 10^{-6}$
2		-1611494.83	-1611494.8665	$2.2619 \cdot 10^{-6}$
3		-1620566.51	-1620506.7063	$1.1559 \cdot 10^{-5}$
4	15	-1621317.13	-1621324.1282	$4.3151 \cdot 10^{-4}$
5		-1622204.65	-1622183.0111	$1.3349 \cdot 10^{-3}$
6		-1622528.00	-1635999.9174	$3.2850 \cdot 10^{-4}$
0		-2138743.56	-2138743.6094	$2.3098 \cdot 10^{-6}$
1		-1635999.88	-1635999.9174	$2.0996 \cdot 10^{-6}$
2		-1675016.60	-1675016.6362	$2.0990 \cdot 10^{-6}$
3	18	-1677224.54	-1677157.4928	$3.9981 \cdot 10^{-3}$
4		-1674384.18	-1674421.3247	$2.2185 \cdot 10^{-3}$
5		-1673555.36	-1673599.4744	$2.6360 \cdot 10^{-3}$
6		-1673368.52	-1673389.4547	$1.2513 \cdot 10^{-3}$
0		1690711.43	1690711.4848	$3.2412 \cdot 10^{-6}$
1		1333367.16	1333367.2093	$3.6274 \cdot 10^{-6}$
2	1307383.34	1308382.6743	$7.6373 \cdot 10^{-2}$	
3	1301425.34	1301594.1506	$1.2969 \cdot 10^{-2}$	
4	1299956.79	1300001.6565	$3.4515 \cdot 10^{-3}$	
5	1299736.69	1299703.2644	$2.5719 \cdot 10^{-3}$	
6	1299669.02	1299649.3660	$1.5151 \cdot 10^{-3}$	

*) Sebagian Distribusi Momen akibat bebam mati

Tabel 5.8. Validasi Distribusi Momen Penggoyangan*

Ptr	Tgt	Momen Man	Momen Com	% Perbedaan
0	1	-2.625.10 ⁷	-26254601.732	1.752.10 ⁻²
1	1	-3.474.10 ⁷	-34752864.548	3.702.10 ⁻²
2	1	-3.768.10 ⁷	-37698502.526	4.908.10 ⁻²
3	1	-3.882.10 ⁷	-38803474.710	4.259.10 ⁻²
4	1	-3.923.10 ⁷	-39240384.659	2.641.10 ⁻²
5	1	-3.940.10 ⁷	-39417637.067	4.474.10 ⁻²
6	1	-3.948.10 ⁷	-39491097.105	2.810.10 ⁻²
0	2	-1.839.10 ⁷	-18390796.017	4.328.10 ⁻³
1	2	-3.238.10 ⁷	-32386901.017	2.131.10 ⁻²
2	2	-3.862.10 ⁷	-38620385.132	9.972.10 ⁻⁴
3	2	-4.133.10 ⁷	-41321998.112	1.937.10 ⁻²
4	2	-4.248.10 ⁷	-42493372.271	3.147.10 ⁻²
5	2	-4.248.10 ⁷	-43003692.932	1.218.10 ⁻²
6	2	-4.321.10 ⁷	-43227195.647	3.978.10 ⁻²
0	3	-1.523.10 ⁷	-15226421.008	2.350.10 ⁻²
1	3	-2.509.10 ⁷	-25093771.846	1.503.10 ⁻²
2	3	-3.059.10 ⁷	-30559857.261	9.864.10 ⁻²
3	3	-3.336.10 ⁷	-33359123.906	2.626.10 ⁻³
4	3	-3.473.10 ⁷	-34731960.050	5.643.10 ⁻³
5	3	-3.539.10 ⁷	-35390097.436	2.753.10 ⁻⁴
6	3	-3.571.10 ⁷	-35701318.358	2.432.10 ⁻²
0	4	-1.059.10 ⁷	-10585337.662	4.405.10 ⁻²
1	4	-1.735.10 ⁷	-17342073.531	4.571.10 ⁻²
2	4	-2.091.10 ⁷	-20892823.934	8.221.10 ⁻²
3	4	-2.283.10 ⁷	-22825716.586	1.877.10 ⁻²
4	4	-2.386.10 ⁷	-23863628.487	1.521.10 ⁻²
5	4	-2.440.10 ⁷	-24406521.658	2.672.10 ⁻²
6	4	-2.468.10 ⁷	-24684059.123	1.151.10 ⁻²
0	5	-4.468.10 ⁶	-4467545.979	1.016.10 ⁻²
1	5	-7.625.10 ⁶	-7624171.023	1.087.10 ⁻²
2	5	-9.524.10 ⁶	-9524078.827	8.276.10 ⁻²
3	5	-1.058.10 ⁷	-10579816.413	1.735.10 ⁻³
4	5	-1.116.10 ⁷	-11159635.368	3.267.10 ⁻³
5	5	-1.148.10 ⁷	-11477364.414	2.296.10 ⁻²
6	5	-1.164.10 ⁷	-11649139.753	7.846.10 ⁻²

*) Sebagian Distribusi Momen Goyangan Beban Gempa

Hasil akhir dari analisis struktur dengan komputer maupun dengan manual sebagian dibandingkan dan ditabelkan pada Tabel 5.9. Nilai yang dibandingkan adalah momen akhir saja, karena pada perancangan beton hanya ditinjau terhadap lentur. Hasil selengkapnya ada pada bagian lampiran analisis struktur manual dan komputer

Tabel 5.9. Validasi Momen Akhir*

Ma.b	M Man	M Com	% Perbedaan
M4.5	8733.4971	8733.577467	$9.202 \cdot 10^{-4}$
M5.6	15300.0754	15300.132111	$3.707 \cdot 10^{-4}$
M9.10	-4644.0314	-4644.068549	$7.999 \cdot 10^{-4}$
M10.11	9500.7598	9500.827864	$7.259 \cdot 10^{-4}$
M10.15	-4802.3040	-4602.327674	$4.929 \cdot 10^{-4}$
M11.12	14916.4126	14916.467545	$3.683 \cdot 10^{-4}$
M13.14	-9388.1113	-9388.087728	$2.511 \cdot 10^{-4}$
M15.16	-4536.4041	-4536.361989	$9.283 \cdot 10^{-4}$
M16.17	4171.5283	4171.512786	$3.644 \cdot 10^{-4}$

*) Sebagian Momen akhir akibat beban mati

5.2.3 Perancangan Beton

5.2.3.1. Desain Balok

Data:

a. Mutu Bahan : $f'_c = 30 \text{ Mpa}$

$f_y = 300 \text{ Mpa}$

b. Selimut Beton (d') = 4 cm

c. Diameter Tulangan : Pokok Desak (T_k) = 25 mm

Pokok Tarik (T_r) = 25 mm

Sengkang (T_s) = 10 mm

Untuk Tulangan Sebelah:

a. Momen Rencana (M_r) = $2,87 \cdot 10^6 \text{ kg.cm}$

b. Ratio d/b (q) = 1,8

Tabel 5.10. Validasi desain balok 1

	Manual	Computer	% Perbedaan
ρ_1	0.0289	0.0289	0
b	30,2557	30,2557	0
M_{n1}	3608802	3608801	$2,771 \cdot 10^{-5}$

	Manual	Computer	% Perbedaan
ρ_{baru}	0,0248	0,024806	$2,419 \cdot 10^{-4}$
As_{Tr}	34,375	34,375	0
h	52,75	52,75	0
M_u	3073933,5	3073934	$1,262 \cdot 10^{-5}$

Yangmana:

- ρ_1 : Ratio penulangan
- b : Lebar Balok
- M_{n1} : Momen Tampang (1)
- As_{Tr} : Luas Tul Tarik
- h : Tinggi Balok
- M_u : Momen Nominal Tampang

Untuk Tulangan Rangkap:

- a. Momen Rencana (M_r) = $4,415 \cdot 10^6$ kg cm
- b. Ratio d/b (q) = 1,6

Tabel 5.11. Validasi desain balok 2

	Manual	Computer	% Perbedaan
ρ_1	0,0289	0,0289	0
b	36,325	36,3252	$4,955 \cdot 10^{-4}$
M_{n1}	$4,60175 \cdot 10^6$	$4,60179 \cdot 10^6$	$8,6923 \cdot 10^{-6}$
As_{Tp}	9,821428	9,821428	0
As_{Rp}	54,01786	54,01786	0
h	57,25	57,25	0
M_u	$5,0594 \cdot 10^6$	$5,059 \cdot 10^6$	$7,907 \cdot 10^{-5}$

Yangmana:

- ρ_1 : Ratio penulangan
- b : Lebar Balok
- M_{n1} : Momen Tampang (1)
- A_{sTP} : Luas Tul Desak
- A_{sRP} : Luas Tul Tarik
- h : Tinggi Balok
- M_u : Momen Nominal Tampang

5.2.3.2. Analisa Balok

Data*:

- a. Mutu Bahan : $f'_c = 30$ Mpa
 $f_y = 300$ Mpa
- b. Selimut Beton (d') = 4 cm
- c. Diamter Tulangan : Pokok Tarik (T_r) = 25 mm
Sengkang (T_s) = 10 mm
- d. Jumlah Tulangan Tarik 7
- e. Dimensi Balok : Lebar (b) = 30 cm
Tinggi (h) = 52,75 cm

Tabel 5.12. Validasi analisa balok 1

	Manual	Computer	% Perbedaan
d	44	44	0
T	103125	103125	0
ϵ_r	0,00532	0,005323	$5,636 \cdot 10^{-2}$
M_u	3073933,91	3073934	$2,928 \cdot 10^{-4}$

* Tulangan Sebelah

Yangmana:

- d = Tinggi Efektif
 T = Gaya Tarik dalam
 a = Tinggi Blok Desak
 ϵ_r = Regangan Tarik
 M_u = Momen Nominal Tampang

Data*:

- a. Mutu Bahan : $f'_c = 30$ Mpa
 $f_y = 300$ Mpa
 b. Selimut Beton (d') = 4 cm
 c. Diamter Tulangan : Pokok Tarik (T_r) = 25 mm
 Pokok Desak (T_k) = 25 mm
 Sengkang (T_s) = 10 mm
 d. Jumlah Tulangan : Tarik = 11 buah
 Desak = 2 buah
 e. Dimensi Balok : Lebar (b) = 35 cm
 Tinggi (h) = 57,25 cm

Tabel 5.13. Validasi analisa balok 2

	Manual	Computer	% Perbedaan
d	46	46	0
T	162053,4	162053,6	$1,234 \cdot 10^{-4}$
a	15,13654	15,13655	$6,606 \cdot 10^{-5}$
ϵ_r	0,00475	0,0047495	$2,106 \cdot 10^{-3}$
C_c	135093,76	135093,8	$2,961 \cdot 10^{-5}$
M_u	$5,0594 \cdot 10^6$	$5,059 \cdot 10^6$	$7,907 \cdot 10^{-5}$

* Tulangan Rangkap

Yangmana:

- d = Tinggi Efektif
- T = Gaya Tarik dalam
- a = Tinggi Blok Desak
- ϵ_r = Regangan Tarik
- C_c = Gaya Desak Dalam
- M_u = Momen Nominal Tampang

5.2.3.3. Analisa Kolom

Data:

- a. Mutu Bahan : f'_c = 30 Mpa
 f_y = 300 Mpa
- b. Selimut Beton (d') = 4 cm
- c. Dimensi Kolom : Lebar = 45 cm
Tinggi = 45 cm
Panjang = 350 cm
- c. Diameter Tulangan : Pokok = 25 mm
Sengkang = 10 mm

Elemen 22 (Runtuh Tekan):

- a. Gaya desak = $2.216.10^4$ kg
- b. Momen Ujung (1) = $9.8757.10^{-2}$ kg.m
(2) = $9.8363.10^{-2}$ kg.m

Tabel 5.14. Validasi analisa kolom 1

	Manual	Computer	% Perbedaan
e	$4.645.10^{-4}$	$4.615014.10^{-4}$	$3.014.10^{-4}$
As	36.9	36.9	0
P_{nb}	266598.675	266602.5	$1.435.10^{-3}$

	Manual	Computer	% Perbedaan
e_b	27.2403	27.23994	$1.285 \cdot 10^{-3}$
P_n	750522.515	750522.6	$1.128 \cdot 10^{-5}$
P_n	487839.635	487839.7	$1.334 \cdot 10^{-5}$

Elemen 1 (Runtuh Tekan):

a. Gaya desak = $7.997 \cdot 10^4$ kg

b. Momen Ujung (1) = $2.6755 \cdot 10^3$ kg.m

(2) = $5.3509 \cdot 10^3$ kg.m

Tabel 5.15. Validasi analisa kolom 2

	Manual	Computer	% Perbedaan
e	6.6911	6.691134	$5.081 \cdot 10^{-4}$
As	36.9	36.9	0
P_{nb}	266598.675	266602.5	$1.435 \cdot 10^{-3}$
e_b	27.2403	27.23994	$1.285 \cdot 10^{-3}$
P_n	526846.365	526845.6	$1.452 \cdot 10^{-4}$
P_n	342450.137	342449.7	$1.276 \cdot 10^{-4}$

5.2.3.4. Perancangan Plat

Data:

a. Mutu Bahan : $f'_c = 30$ Mpa

$f_y = 300$ Mpa

b. Jenis Plat = Atap

c. Beban Hidup = 150 kg/m^2

d. Dimensi Plat : Panjang = 7,2 m

Lebar = 3,6 m

e. Posisi plat : Bentang ke 1

Jumlah Bentang = 2

f. Diameter Tulangan : Pokok = 16 mm

Susut = 12 mm

g. Type plat II (Tabel. Jenis Plat Gideon)

Tabel 5.16. Validasi analisa plat

	Manual	Computer	% Perbedaan
M_t	624.8494	624.8793	$1.600 \cdot 10^{-5}$
M_l	441.9878	441.9878	0
R_t	738.4	741.2263	0.3810
R_l	511.68	511.6553	$2.990 \cdot 10^{-3}$
T_t	271	270	0.39
T_l	392	392	0
A_{tp}	742.224	744.9736	0.3691
A_{lp}	670.476	670.4762	$2.9829 \cdot 10^{-5}$
T_s	633	633	0
A_{st}	178.2872	178.7407	0.2537

Yangmana:

- M_t = Momen tumpuan
- M_l = Momen lapangan
- R_t = Luas tulangan rencana tumpuan
- R_l = Luas tulangan rencana lapangan
- T_t = Jarak tulangan tumpuan
- T_l = Jarak tulangan lapangan
- A_{tp} = Luas tulangan tumpuan pakai
- A_{lp} = Luas tulangan lapangan pakai
- T_s = Jarak tulangan susut
- A_{st} = Luas tulangan susut

5.3. Pembahasan

Pada gedung bertingkat perlakuan struktur akibat beban menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Biasanya untuk mempersingkat perhitungan, perencana menganggap elemen-elemen tertentu pada bangunan portal memiliki kesamaan perlakuan gaya. Sehingga hasil dari perhitungannya sama untuk elemen-elemen tersebut.

Pada kenyataannya masing-masing elemen mempunyai perlakuan yang berbeda terhadap gaya, hal ini dapat dikarenakan beban dan posisi elemen pada struktur. Oleh sebab itu pada program ini masing-masing elemen dihitung berdasarkan gaya yang terjadi, sehingga setiap elemen dapat direncanakan sesuai dengan kenyataan.

Dengan menggunakan program ini tingkat kesalahan perhitungan dapat dihindari. Tingkat kesalahan tersebut dibuktikan pada tabel-tabel validasi program, yangmana nilai prosentase kesalahan sangat kecil. Hasil dari perancangan dengan program ini akan lebih efisien.

Program perancangan gedung bertingkat ini diberi nama "UNIITS-M1", yangmana program ini memiliki batasan sesuai dengan batasan masalah pada BAB I. Dari hasil perhitungan seperti pada model kajian, waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil analisis struktur dan perancangan struktur beton dengan cara manual kurang lebih 2 hari. Dengan menggunakan program perancangan gedung tersebut dapat diselesaikan hanya 10 menit dengan catatan komputer yang digunakan AT 486.

5.3.1. Gaya Gempa

Indonesia tergolong daerah rawan gempa, sehingga setiap perancangan gedung bertingkat dianjurkan untuk memperhitungkan pengaruh gempa. Pada program ini pengaruh gempa diselesaikan dengan metode yang sesuai dengan PPKGURDG '87.

Dari hasil validasi menunjukkan bahwa tingkat kesalahan perhitungan sangat kecil. Dengan demikian program ini dapat digunakan untuk menghitung pengaruh gempa.

5.3.2. Analisis Struktur

Analisis struktur dengan metode "Takabeya" mempunyai kemudahan pada sistematika perhitungan. Kesalahan yang sering terjadi pada perhitungan manual terdapat pada perhitungan distribusi momen dan distribusi momen penggoyangan. Untuk kesalahan awal perhitungan manual biasanya terletak pada pembulatan momen awal dan faktor distribusi.

Kesalahan-kesalahan tersebut dapat dihindari dengan menggunakan program perancangan ini, karena tingkat pembulatan yang dilakukan komputer sangat kecil.

Umumnya putaran momen distribusi akan memiliki nilai yang berulang-ulang pada join struktur tertentu, semakin banyak putaran distribusi dilakukan nilai akhir momen distribusi akan berulang-ulang untuk setiap join.

Untuk mendapatkan nilai yang benar pada berapapun putaran momen distribusi yang dilakukan, maka nilai akhir distribusi tersebut harus dikoreksi.

Momen distribusi pada program ini seluruhnya dalam kg.m, hal ini dikarenakan agar mempermudah hasil analisis struktur dibaca oleh program perancangan beton.

5.3.3. Perancangan Beton

Dalam perancangan beton ada 2 cara perhitungan, yaitu desain dan analisa beton. Pada analisa beton penampang sudah direncanakan akan mampu untuk menahan gaya rencana. Dengan kata lain akhir dari perhitungan analisa beton adalah kontrol terhadap gaya rencana. Untuk desain beton, gaya rencana digunakan untuk menentukan dimensi penampang dan tulangan yang diperlukan. Sehingga nilai gaya rencana dan gaya kapasitas tampang akan berbeda sedikit, karena adanya pembulatan. Lain halnya dengan analisa beton nilai gaya rencana dan gaya kapasitas tampang dapat berbeda jauh.

Pada program ini selain untuk perancangan portal juga untuk perancangan tiap elemen. Pada perancangan portal, digunakan desain untuk balok dan analisa untuk kolom. Hasil validasi program menunjukkan bahwa program ini memiliki keakuratan yang lebih baik dari pada perhitungan manual. Lebih dari itu kesalahan perhitungan dapat dihindari.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari apa yang telah disusun sebagai tugas akhir ini banyak hal-hal baru yang timbul sebagai masukan. Dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan komputer sangat membantu dalam mempercepat perhitungan, khususnya analisis struktur.
2. Dengan program ini Analisis struktur untuk portal bertingkat banyak dapat terhindar dari kesalahan analisis.
3. Perbandingan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan komputer menunjukkan keakuratan program ini, sehingga program ini dapat digunakan sebagai alat bantu perancangan struktur gedung bertingkat.

6.2. Saran

Kami menyadari bahwa program ini belum sempurna, hal-hal yang dapat menambah kesempurnaan program adalah:

1. Untuk lebih mempermudah penggunaan program ini input data pada awal program dapat dipersingkat.

2. Pada struktur gedung tentunya beban yang terjadi tidak hanya beban terbagi rata saja oleh karena itu untuk kesempurnaan program dapat dilakukan perubahan pada program analisis struktur.
3. Pengembangan perhitungan beton dengan tinjauan terhadap geser dan puntir.
4. Pengembangan perhitungan pada sambungan balok dan kolom (Join).
5. Mengembangkan tampilan program dengan gambar penampang portal dan gambar penulangan.
6. Agar bentuk bangunan dan pembebanan dapat berbagai macam, analisis struktur sebaiknya diselesaikan dengan metode matrik.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. S. Hadiwijaya, 1983. *Prinsip-prinsip Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
2. A. S. Hadiwijaya, 1984. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Erlangga, Bandung.
3. A. S. Hadiwijaya, 1985. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang berdasarkan SK SNI T 15-1991-03*, Erlangga, Bandung.
4. A. S. Hadiwijaya, 1984. *Struktur Beton Bertulang berdasarkan SK SNI T 15-1991-03*, IT Graha Sinar Pustaka Utama, Jakarta.
5. A. S. Hadiwijaya, 1981. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T 15-1991-03, Yayasan al-Hilal, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
6. A. S. Hadiwijaya, 1987. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung*, Yayasan Badan Penertit, al-Hilal, Departemen Pekerjaan Umum.
7. A. S. Hadiwijaya, 1981. *Peraturan Pambangunan Indonesia Untuk Gedung*, Yayasan al-Hilal, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
8. A. S. Hadiwijaya, 1981. *Kecelakaan Bertingkat Banyak*, Graha Sinar Pustaka Utama, Jakarta.
9. A. S. Hadiwijaya, 1984. *Revisi Basis*, APT Offbeat Engineering, Bandung.

L A M P J R A D

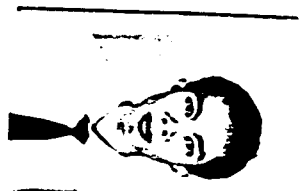


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 953330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	MACHMUD FUZY RIDJAL	90310121		KONSTRUKSI
2.	IFTI FRIFFA PURBANO	90310007		KONSTRUKSI

Dosen Pembimbing I : IR. HENDRO, PH.D.
Dosen Pembimbing II : IR. HIRI HIRI, 1997



Yogyakarta, 27 SEPT 1995
All. Dekan,
FETPA JURUSAN TEKNIK SIPIL,
(IR. ERHENDRO SULLISTIONO, MSCE).

CATATAN - KONSULTASI

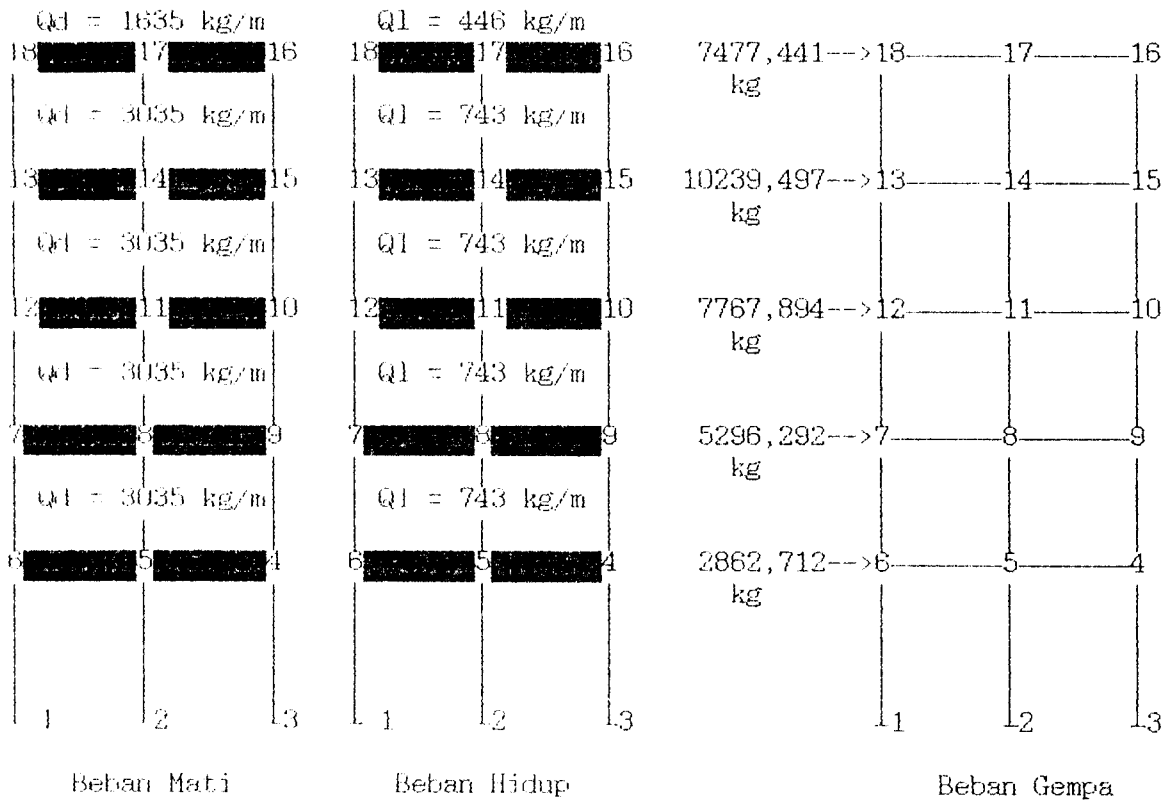
No.	Tanggal	Konsultasi ke:	KETERANGAN	Paraf
1	8/1-85	1	Ade . Supriyadi	
2	27/11/95	2	Percobaan cara gear direct Adeksi pada sprocket 83, dan T (mempivot)	
3	2/12/95	3	Periode gear tengah dilubangi keatasraka. Rayleigh Form.	
4	1/1-85	4	Substitusi -longitudinal	
5	18/1-96	5	Lampiran Technical drawing lamp.	
	7/3/96	6		
		7		
		8		
		9		
		10		
	9/5/96	11	Gakolkes, Similitudo	

9/5/96.

Perhitungan Manual

Analisis Struktur

A. Data Beban



B. Perhitungan Momen Primer

$$M_{a,b} = 1/12 \cdot q \cdot l^2 : M_{a,b} = - M_{b,a}$$

1. Akibat Beban Mati

$$M_{5,4} = -1/12 \cdot 3035 \cdot 7,2^2 = -13112,2 \text{ Kg.m}$$

$$M_{4,5} = 13112,2 \text{ kg.m}$$

2. Akibat Beban Hidup

$$M_{5,4} = -1/12 \cdot 743 \cdot 7,2^2 = -3209,76 \text{ Kg.m}$$

$$M_{4,5} = 3209,76 \text{ kg.m}$$

3. Akibat Gempa

$$M_{5,4} = -1/12 \cdot 0 \cdot 7,2^2 = 0 \text{ Kg.m}$$

$$M_{4,5} = 0 \text{ kg.m}$$

Lampiran Analisis Struktur 2

Ma.b	Beban Mati kg.m	Beban Hidup kg.m	Beban Gempa kg.m
M5.4	- 13112,2	- 3209,76	0
M4.5	13112,2	- 3209,76	0
M6.5	- 13112,2	- 3209,76	0
M5.6	13112,2	- 3209,76	0
M8.7	- 13112,2	- 3209,76	0
M7.8	13112,2	- 3209,76	0
M9.8	- 13112,2	- 3209,76	0
M8.9	13112,2	- 3209,76	0
M11.10	- 13112,2	- 3209,76	0
M10.11	13112,2	- 3209,76	0
M12.11	- 13112,2	- 3209,76	0
M11.12	13112,2	- 3209,76	0
M13.14	- 13112,2	- 3209,76	0
M14.13	13112,2	- 3209,76	0
M14.15	- 13112,2	- 3209,76	0
M15.14	13112,2	- 3209,76	0
M17.16	- 7063,2	- 1926,72	0
M16.17	7063,2	1926,72	0
M18.17	- 7063,2	- 1926,72	0
M17.18	7063,2	1926,72	0

C. Perhitungan momen residu (τ)

$$\tau_b = M_{b.a} + M_{b.c}$$

1. Akibat beban mati

$$\tau_4 = M_{4.3} + M_{4.5} = 0 + 13112,2 = 13112,2 \text{ kg.m}$$

2. Akibat beban hidup

$$\tau_4 = M_{4.3} + M_{4.5} = 0 + 3209,76 = 3209,76 \text{ kg.m}$$

3. Akibat beban gempa

$$\tau_4 = M_{4.3} + M_{4.5} = 0 + 0 = 0 \text{ kg.m}$$

Joint	Beban Mati kg.m	Beban Hidup kg.m	Beban Gempa kg.m
4	13112,2	3209,76	0
5	0	0	0
6	- 13112,2	- 3209,76	0
7	- 13112,2	- 3209,76	0
8	0	0	0

Lampiran Analisis Struktur 3

Joint	Beban Mati kg.m	Beban Hidup kg.m	Beban Gempa kg.m
9	13112,2	3209,76	0
10	13112,2	3209,76	0
11	0	0	0
12	- 13112,2	- 3209,76	0
13	- 13112,2	- 3209,76	0
14	0	0	0
15	13112,2	3209,76	0
16	7063,2	1926,72	0
17	0	0	0
18	- 7063,2	- 1926,72	0

D. Faktor distribusi struktur

1. Kekakuan relatif (K)

$$K_{a.b} = I/L = 1/12 . b . h^3 / L$$

a). Kolom lantai 1

$$K_{1.6} = K_{3.4} = K_{2.5} = 1/12 . 0,45 . 0,45^3 / 4 = 8,543 . 10^{-4}$$

b). Kolom lantai 2-5

$$K = 1/12 . 0,45 . 0,45^3 / 3,5 = 9,7634 . 10^{-4}$$

c). Balok

$$K = 1/12 . 0,35 . 0,65^3 / 7,2 = 1,1125 . 10^{-3}$$

2. Perhitungan (f)

$$f_b = 2 . (K_{ba} + K_{bc} + K_{be})$$

Join	Nilai f_a	Join	Nilai f_a
4	$5.8863 . 10^{-3}$	12	$6.1304 . 10^{-3}$
5	$8.1113 . 10^{-3}$	13	$6.1304 . 10^{-3}$
6	$5.8863 . 10^{-3}$	14	$8.3554 . 10^{-3}$
7	$6.1304 . 10^{-3}$	15	$6.1304 . 10^{-3}$
8	$8.3551 . 10^{-3}$	16	$4.1777 . 10^{-3}$
9	$6.1304 . 10^{-3}$	17	$6.4027 . 10^{-3}$
10	$6.1304 . 10^{-3}$	18	$4.1777 . 10^{-3}$
11	$8.3554 . 10^{-3}$		

3. Faktor distribusi (α)

$$\alpha_{a.b} = K_{a.b} / a$$

$\alpha_{a.b}$	Nilai $\alpha_{a.b}$	$\alpha_{b.a}$	Nilai $\alpha_{b.a}$
$\alpha_{4.3}$	-0.1451	$\alpha_{3.4}$	0
$\alpha_{5.2}$	-0.1053	$\alpha_{2.5}$	0
$\alpha_{5.4}$	-0.1372	$\alpha_{4.5}$	-0.1889
$\alpha_{6.1}$	-0.1451	$\alpha_{1.6}$	0
$\alpha_{6.5}$	-0.1889	$\alpha_{5.6}$	-0.1372
$\alpha_{7.6}$	-0.1593	$\alpha_{6.7}$	-0.1659
$\alpha_{8.5}$	-0.1169	$\alpha_{5.8}$	-0.1204
$\alpha_{8.7}$	-0.1331	$\alpha_{7.8}$	-0.1815
$\alpha_{9.4}$	-0.1593	$\alpha_{4.9}$	-0.1659
$\alpha_{9.8}$	-0.1815	$\alpha_{8.9}$	-0.1331
$\alpha_{10.9}$	-0.1593	$\alpha_{9.10}$	-0.1593
$\alpha_{11.8}$	-0.1168	$\alpha_{8.11}$	-0.1169
$\alpha_{11.10}$	-0.1331	$\alpha_{10.11}$	-0.1815
$\alpha_{12.7}$	-0.1593	$\alpha_{7.12}$	-0.1593
$\alpha_{12.11}$	-0.1815	$\alpha_{11.12}$	-0.1331
$\alpha_{13.12}$	-0.1593	$\alpha_{12.13}$	-0.1593
$\alpha_{14.11}$	-0.1168	$\alpha_{11.14}$	-0.1168
$\alpha_{14.13}$	-0.1331	$\alpha_{13.14}$	-0.1815
$\alpha_{15.10}$	-0.1593	$\alpha_{10.15}$	-0.1593
$\alpha_{15.14}$	-0.1815	$\alpha_{14.15}$	-0.1331
$\alpha_{16.15}$	-0.2337	$\alpha_{15.16}$	-0.1593
$\alpha_{17.14}$	-0.1525	$\alpha_{14.17}$	-0.1168
$\alpha_{17.16}$	-0.1738	$\alpha_{16.17}$	-0.2663
$\alpha_{18.13}$	-0.2337	$\alpha_{13.18}$	-0.1593
$\alpha_{18.17}$	-0.2663	$\alpha_{17.18}$	-0.1738

4. Faktor distribusi penggoyangan

$$T_1 = 2.(K_{ab} + K_{cd} + K_{ef})$$

karena tiap lantai dimensinya sama, maka :

$$T_i = 2.(3.8,843.10^{-4}) = 5,1258.10^{-3}$$

$$\begin{aligned} T_{ii} = T_{iii} = T_{iv} = T_v &= 2.(3.9,7634.10^{-4}) \\ &= 5,858.10^{-3} \end{aligned}$$

sehingga faktor distribusi penggoyangan

$$\begin{aligned} t_{1.6} = t_{2.5} = t_{3.4} &= \frac{3.K_{a.b}}{T_i} = \frac{3.(8,543.10^{-3})}{5,1258.10^{-3}} \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

Lampiran Analisis Struktur 5

$$t_{a,b} = \frac{3.K_{a,b}}{T_{ii}} = \frac{3.(9,7634.10^{-3})}{5,858.10^{-3}}$$

M _a	Beban Mati kg.m	Beban Hidup kg.m	Beban Gempa kg.m
M4	-2,2276.10 ⁶	-0,5453.10 ⁶	0
M5	0	0	0
M6	2,2276.10 ⁶	0,5453.10 ⁶	0
M7	2,1389.10 ⁶	0,5236.10 ⁶	0
M8	0	0	0
M9	-2,1389.10 ⁶	-0,5236.10 ⁶	0
M10	-2,1389.10 ⁶	-0,5236.10 ⁶	0
M11	0	0	0
M12	2,1389.10 ⁶	0,5236.10 ⁶	0
M13	2,1389.10 ⁶	0,5236.10 ⁶	0
M14	0	0	0
M15	-2,1389.10 ⁶	-0,5236.10 ⁶	0
M16	-1,6907.10 ⁶	-0,4612.10 ⁶	0
M17	0	0	0
M18	1,6907.10 ⁶	0,4612.10 ⁶	0

E. Momen Distribusi

1. Akibat beban mati (Kg.m)

Ptr	Join	Momen	Join	Momen
0	4	-2227430.83	5	0
1		-1872681.76		-48655.25506
2		-1966801.21		-639.8698937
3		-1965050.08		-1864.808
4		-1966455.34		-605.4372
5		-1967168.65		-169.0951
6		-1967379.87		--56.0207
0	6	2227430.832	7	2138743.564
1		1881877.486		1498404.229
2		1979688.838		1559153.84
3		1970297.457		1564305.69
4		1968453.669		1565850.244
5		1967920.335		1566684.36
6		1967660.046		156688.839
0	8	0	9	-218743.564
1		90944.951		-1516372.776
2		6702.203955		-1575843.709
3		2922.6231		-1568947.943
4		1037.5965		-1567305.523
5		360.2915		-1567135.584
6		123.7580		-1567003.675

Lampiran Analisis Struktur 6

Ptr	Join	Momen	Join	Momen
0	10	-2138743.564	11	0
1		-1556615.894		-88135.89
2		-1611494.830		-5486.0339
3		-1620506.519		-2526.6754
4		-1621317.132		-1068.9567
5		-1622204.665		-272.845
6		-1622528.004		-66.6195
0	12	2138743.564	13	2138743.564
1		1575471.867		1618558.843
2		1633368.698		1651922.703
3		1627568.775		1670341.347
4		1623761.187		1672384.379
5		1623014.924		1673091.360
6		1622806.480		1673264.413
0	14	0	15	-2138743.564
1		79560.107		-1635999.883
2		7782.8304		-1675016.601
3		2442.1210		-1677224.548
4		774.887		-1674384.177
5		282.9808		-1673555.358
6		82.38281		-1673368.516
0	16	-1690711.432	17	0
1		-1308369.743		-78565.892963
2		-1277330.135		-10271.538943
3		-1295477.378		-2100.2727
4		-1298908.848		-600.6548
5		-1299432.554		-134.2399
6		-1299601.724		-36.8617
0	18	1690711.342		
1		1333367.161		
2		1307383.429		
3		1301425.340		
4		1299956.787		
5		1299736.692		
6		1299669.018		

1. Akibat beban gempa (Kg.m)

Ptr	Join	Momen	Join	Momen	Join	Momen
0	4	0	9	0	14	0
1		$6,859 \cdot 10^6$		$3,734 \cdot 10^6$		$1,246 \cdot 10^6$
2		$9,032 \cdot 10^6$		$6,347 \cdot 10^6$		$2,903 \cdot 10^6$
3		$9,854 \cdot 10^6$		$7,691 \cdot 10^6$		$3,424 \cdot 10^6$
4		$1,016 \cdot 10^7$		$8,321 \cdot 10^6$		$3,707 \cdot 10^6$
5		$1,028 \cdot 10^7$		$8,605 \cdot 10^6$		$3,864 \cdot 10^6$
6		$1,032 \cdot 10^7$		$8,744 \cdot 10^6$		$3,864 \cdot 10^6$

Lampiran Analisis Struktur 7

Ptr	Join	Momen	Join	Momen	Join	Momen
0	5	0	10	0	15	0
1		$4.023 \cdot 10^6$		$3.512 \cdot 10^6$		$1.610 \cdot 10^6$
2		$5.114 \cdot 10^6$		$5.097 \cdot 10^6$		$2.710 \cdot 10^6$
3		$5.583 \cdot 10^6$		$5.950 \cdot 10^6$		$3.321 \cdot 10^6$
4		$5.695 \cdot 10^6$		$6.401 \cdot 10^6$		$3.652 \cdot 10^6$
5		$5.766 \cdot 10^6$		$6.640 \cdot 10^6$		$3.835 \cdot 10^6$
6		$5.828 \cdot 10^6$		$6.755 \cdot 10^6$		$3.930 \cdot 10^6$
0	6	0	11	0	16	0
1		$6.099 \cdot 10^6$		$2.217 \cdot 10^6$		$6.688 \cdot 10^5$
2		$8.719 \cdot 10^6$		$3.229 \cdot 10^6$		$1.053 \cdot 10^6$
3		$9.696 \cdot 10^6$		$3.768 \cdot 10^6$		$1.292 \cdot 10^6$
4		$1.010 \cdot 10^7$		$4.049 \cdot 10^6$		$1.430 \cdot 10^6$
5		$1.025 \cdot 10^7$		$4.185 \cdot 10^6$		$1.508 \cdot 10^6$
6		$1.031 \cdot 10^7$		$4.255 \cdot 10^6$		$1.550 \cdot 10^6$
0	7	0	12	0	17	0
1		$4.376 \cdot 10^6$		$3.008 \cdot 10^6$		$3.731 \cdot 10^5$
2		$6.767 \cdot 10^6$		$4.799 \cdot 10^6$		$6.003 \cdot 10^5$
3		$7.889 \cdot 10^6$		$5.791 \cdot 10^6$		$7.188 \cdot 10^5$
4		$8.413 \cdot 10^6$		$6.319 \cdot 10^6$		$7.772 \cdot 10^5$
5		$8.648 \cdot 10^6$		$6.598 \cdot 10^6$		$8.058 \cdot 10^5$
6		$8.769 \cdot 10^6$		$6.735 \cdot 10^6$		$8.297 \cdot 10^5$
0	8	0	13	0	18	0
1		$2.881 \cdot 10^6$		$1.916 \cdot 10^6$		$4.979 \cdot 10^5$
2		$4.481 \cdot 10^6$		$2.903 \cdot 10^6$		$9.453 \cdot 10^5$
3		$5.173 \cdot 10^6$		$3.424 \cdot 10^6$		$1.236 \cdot 10^6$
4		$5.490 \cdot 10^6$		$3.707 \cdot 10^6$		$1.402 \cdot 10^6$
5		$5.628 \cdot 10^6$		$3.864 \cdot 10^6$		$1.492 \cdot 10^6$
6		$5.678 \cdot 10^6$		$3.945 \cdot 10^6$		$1.541 \cdot 10^6$

F. Distribusi Momen Penggoyangan

1 Akibat Beban Mati (kg.m)

Ptr	Join	Momen	Join	Momen
0	1	0	2	0
1		19729.76553		-16758.43649
2		-6263.7519		-1269.9195
3		-1669.593		-809.778
4		-696.4484		-487.60718
5		-291.2945		-235.8317
6		-112.0777		-116.5387
0	3	0	4	0
1		-1848.24339		3580.42485
2		-3200.0845		-538.3838
3		-1407.9754		-47.2503
4		-478.7079		-75.09375
5		-213.2442		-178.1983
6		-110.3893		-126.8768

Ptr	Join	Momen
0	5	0
1		-4275.4563
2		-2235.3443
3		296.674
4		388.8133
5		5.55952
6		-4.3561

2. Akibat Beban Gempa (kg.m)

$$M_5^o = - \frac{H_5 \cdot (W_5)}{T_v} = - \frac{3,5 \cdot (7477,441)}{5,858 \cdot 10^{-3}}$$

$$= - 4,4676 \cdot 10^6$$

$$M_4^o = - \frac{H_4 \cdot (W_5 + W_4)}{T_{iv}} = - \frac{3,5 \cdot (7477,441 + 10239,497)}{5,858 \cdot 10^{-3}}$$

$$= - 10,5854 \cdot 10^6$$

$$M_3^o = - \frac{H_3 \cdot (W_5 + W_4 + W_3)}{T_{iii}} = - \frac{3,5 \cdot (25484,832)}{5,858 \cdot 10^{-3}}$$

$$= - 15,2265 \cdot 10^6$$

$$M_2^o = - \frac{H_2 \cdot (W_2)}{T_{ii}} = - \frac{3,5 \cdot (30781,124)}{5,858 \cdot 10^{-3}}$$

$$= - 18,3909 \cdot 10^6$$

$$M_1^o = - \frac{H_1 \cdot (W_1)}{T_i} = - \frac{4 \cdot (33643,836)}{5,1258 \cdot 10^{-3}}$$

$$= - 26,2524 \cdot 10^6$$

Ptr	Join	Momen	Join	Momen	Join	Momen
0	1	$-2.625 \cdot 10^7$	3	$-1.523 \cdot 10^7$	5	$-4.468 \cdot 10^6$
1		$-3.474 \cdot 10^7$		$-2.509 \cdot 10^7$		$-7.625 \cdot 10^6$
2		$-3.768 \cdot 10^7$		$-3.059 \cdot 10^7$		$-9.524 \cdot 10^6$
3		$-3.882 \cdot 10^7$		$-3.336 \cdot 10^7$		$-1.058 \cdot 10^7$
4		$-3.923 \cdot 10^7$		$-3.473 \cdot 10^7$		$-1.116 \cdot 10^7$
5		$-3.940 \cdot 10^7$		$-3.539 \cdot 10^7$		$-1.148 \cdot 10^7$
6		$-3.948 \cdot 10^7$		$-3.571 \cdot 10^7$		$-1.164 \cdot 10^7$

Lampiran Analisis Struktur 9

Ptr	Join	Momen	Join	Momen
0	2	$-1.839 \cdot 10^7$	4	$-1.059 \cdot 10^7$
1		$-3.238 \cdot 10^7$		$-1.735 \cdot 10^7$
2		$-3.862 \cdot 10^7$		$-2.091 \cdot 10^7$
3		$-4.133 \cdot 10^7$		$-2.283 \cdot 10^7$
4		$-4.248 \cdot 10^7$		$-2.386 \cdot 10^7$
5		$-4.248 \cdot 10^7$		$-2.440 \cdot 10^7$
6		$-4.321 \cdot 10^7$		$-2.463 \cdot 10^7$

G. Momen akhir (kg.m)

1. Akibat beban mati

$M_{a.b}$		$M_{b.a}$	
$M_{4.3}$	-3361.6659	$M_{10.9}$	-4698.4558
$M_{4.5}$	87334971	$M_{10.11}$	9500.7598
$M_{4.9}$	-5371.8312	$M_{10.15}$	-4802.3040
$M_{5.2}$	$-9.132 \cdot 10^{-2}$	$M_{11.8}$	0.0014
$M_{5.4}$	-15300.0006	$M_{11.10}$	-14916.375
$M_{5.6}$	15300.0754	$M_{11.12}$	14916.413
$M_{5.8}$	$-1.647 \cdot 10^{-2}$	$M_{11.14}$	-0.0390
$M_{6.1}$	3361.733	$M_{12.7}$	4698.5058
$M_{6.5}$	8733.5343	$M_{12.11}$	9500.7234
$M_{6.7}$	5371.7957	$M_{12.13}$	4802.3644
$M_{7.6}$	4980.7360	$M_{13.12}$	4851.7855
$M_{7.8}$	-9624.7777	$M_{13.14}$	-9388.1113
$M_{7.12}$	4644.0470	$M_{13.18}$	4536.2937
$M_{8.5}$	0.0031	$M_{14.11}$	-0.0144
$M_{8.7}$	14854.4071	$M_{14.13}$	14972.740
$M_{8.9}$	-14854.4030	$M_{14.15}$	-14972.740
$M_{8.11}$	-0.0072	$M_{14.17}$	0.0147
$M_{9.4}$	-4980.7239	$M_{15.10}$	-4851.6898
$M_{9.8}$	9624.7553	$M_{15.14}$	9388.0939
$M_{9.10}$	-4644.0314	$M_{15.16}$	-4536.4041
$M_{17.14}$	-0.1525	$M_{16.15}$	-4171.5280
$M_{17.16}$	-0.1738	$M_{16.17}$	4171.5280
$M_{17.18}$	-0.1525	$M_{18.13}$	-4171.5280
		$M_{18.17}$	4171.5280

2. Akibat beban gempa

$M_{a.b}$	Momen	$M_{b.a}$	Momen
$M_{1.6}$	$-2.492 \cdot 10^4$	$M_{6.1}$	$-1.611 \cdot 10^4$
$M_{2.5}$	$-2.875 \cdot 10^4$	$M_{2.5}$	$-2.377 \cdot 10^4$
$M_{3.4}$	$-2.491 \cdot 10^4$	$M_{4.3}$	$-1.610 \cdot 10^4$
$M_{4.5}$	$2.945 \cdot 10^4$	$M_{5.4}$	$2.445 \cdot 10^4$

Lampiran Analisis Struktur 10

Ma.b	Momen	Mb.a	Momen
M4.9	-1.351.10 ⁴	M9.4	-1.507.10 ⁴
M5.6	2.444.10 ⁴	M6.5	2.942.10 ⁴
M5.8	-2.527.10 ⁴	M8.5	-2.542.10 ⁴
M6.7	-1.350.10 ⁴	M7.6	-1.501.10 ⁴
M7.8	2.583.10 ⁴	M8.7	2.239.10 ⁴
M7.12	-1.117.10 ⁴	M12.7	-1.315.10 ⁴
M8.9	2.236.10 ⁴	M9.8	2.577.10 ⁴
M8.11	-1.962.10 ⁴	M11.8	-2.101.10 ⁴
M9.10	-1.120.10 ⁴	M10.9	-1.314.10 ⁴
M10.11	1.976.10 ⁴	M11.10	1.698.10 ⁴
M10.15	-7.069.10 ³	M15.10	-9.827.10 ³
M11.12	1.696.10 ⁴	M12.11	1.972.10 ⁴
M11.14	-1.328.10 ⁴	M14.11	-1.493.10 ⁴
M12.13	-7.093.10 ³	M13.12	-9.817.10 ³
M13.14	1.164.10 ⁴	M14.13	1.011.10 ⁴
M13.18	-2.157.10 ³	M18.13	-4.504.10 ³
M14.15	1.009.10 ³	M15.14	1.160.10 ⁴
M14.17	-5.538.10 ³	M17.14	-7.236.10 ³
M15.16	-2.177.10 ³	M16.15	-4.501.10 ³
M16.17	4.372.10 ³	M17.16	3.570.10 ³
M17.18	3.560.10 ³	M18.17	4.352.10 ³

Perhitungan Manual Beban Gempa

1. Beban Total Portal (W_t)a. Beban Atap (W_5)

$$W_5 = 2.1635.7,2 + 3.(0,45.0,45.2400).3,5 + 0,5.446.2.7,2$$

$$= 31858,2 \text{ kg}$$

b. Beban Lantai ($W_1 - W_4$)

$$W_4 = 2.3035.7,2 + 3.(0,45.0,45.2400).3,5 + 0,5.743.2.7,2$$

$$= 54156,6 \text{ kg}$$

$$W_3 = 2.3035.7,2 + 3.(0,45.0,45.2400).3,5 + 0,5.743.2.7,2$$

$$= 54156,6 \text{ kg}$$

$$W_2 = 2.3035.7,2 + 3.(0,45.0,45.2400).3,5 + 0,5.743.2.7,2$$

$$= 54156,6 \text{ kg}$$

$$W_1 = 2.3035.7,2 + 3.(0,45.0,45.2400).4 + 0,5.743.2.7,2$$

$$= 54885,6 \text{ kg}$$

maka $W_t = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$

$$= 24885,6 \text{ kg}$$

2. Waktu getar alami (T)

$$T = 0,06.H^{(3/4)} = 0,03.(18)^{(3/4)} = 0,5243$$

3. Koefisien gempa dasar (C)

Dari grafik koefisien dasar (hal 17 PPKGURDG 87)

$$T = 0,5243 \Rightarrow C = 0,09$$

4. Beban geser horisontal (V)

$$V = C.I.K.W_t$$

$$= 0,9.1,5.1.249213,6$$

$$= 33643,836 \text{ kg}$$

5. Distribusi gaya geser

$$F_i = \frac{W_i.H_i}{\sum(W_i.H_i)} . V$$

Tgt	H	W_i	$W_i.H_i$	F_i	V
5	18	31858,2	573447,6	7477,441	7477,441
4	14,5	54156,6	785270,7	10239,497	17716,938
3	11	54156,6	595722,6	7767,894	25484,832
2	7,5	54156,6	406174,5	5296,292	30781,124
1	4	54156,6	219542,4	2862,721	33643,836
			2580157,8		

6. Cheking berdasarkan rumus T.Rayleigh

$$E = 4700. \sqrt{f'c} \text{ (Mpa)}$$

$$= 4700. \sqrt{30} = 25742.9602 \text{ Mpa} = 257429,602 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1/12.45.45^3 = 341718,75 \text{ cm}^4$$

$$= 3,4171875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$K = 12.E.I/L^3$$

$$K_{(2-5)} = 12.257429,602.350^3 = 24620,9274$$

$$K_{(2-5)} = 3.24620,9274 = 73862,7822$$

$$K_{(1)} = 12.257429.302.400^3 = 16494,0978$$

$$K_{(1)} = 3.16494,0978 = 49482,2935$$

Tgt	V	K		δ
5	7477,441	73862,7822	0,1012	1,7827
4	17716,938	73862,7822	0,2399	1,6815
3	25484,832	73862,7822	0,3450	1,4416
2	30781,124	73862,7822	0,4167	1,0966
1	33643,836	49482,2935	0,6799	0,6799

Tgt	δ	W_i	F_i	$W_i \cdot \delta^2$	$F_i \cdot \delta$
5	1,7827	31858,2	7477,441	101245,974	13330,034
4	1,6815	54156,6	10239,497	153124,659	17217,714
3	1,4416	54156,6	7767,894	112548,818	11198,196
2	1,0966	54156,6	5296,292	65125,021	5807,914
1	0,6799	54156,6	2862,721	25374,638	1946,358
				457415,11	49500,216

$$T = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{\sum(W_i \cdot \delta^2)}{g \cdot \sum(F_i \cdot \delta)}} = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{457415,11 \cdot 10^{-4}}{9,81 \cdot 49500,216 \cdot 10^{-2}}}$$

$$= 0,61145 \text{ det}$$

7. Perhitungan Ulang gaya geser

a. Koefisien gempa dasar (C)

$$T = 0,61145 \text{ det} \Rightarrow C = 0,09$$

b. Beban geser horisontal

$$V = C.I.K.W_t = 0,09.1,5.1.249213,6 = 336432,836 \text{ kg}$$

c. Distribusi gaya geser

$$F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\Sigma(W_i \cdot H_i)} \cdot V$$

Tgt	H	W_i	$W_i \cdot H_i$	F_i
5	18	31858,2	573447,6	7477,441
4	14,5	54156,6	785270,7	10239,497
3	11	54156,6	595722,6	7767,894
2	7,5	54156,6	406174,5	5296,292
1	4	54156,6	219542,4	2862,721
			2580157,8	

Perhitungan Manual Beton

1. Desain Balok

Langkah-langkah penyelesaian dalam perancangan balok sesuai dengan BAB IV, contoh-contoh perhitungan secara manual sebagai berikut:

1. Perhitungan contoh 1 pada batang, diketahui data balok:

- a. Mutu bahan : - $f'c = 30$ Mpa
- $f_y = 300$ Mpa
- b. Momen rencana (M_r) = $4,415 \cdot 10^4$ kg.m
- c. Rasio d/b (q) = 1,6
- d. Selimut beton (d') = 4 cm
- e. Diameter tulangan: - Pokok desak (T_k) = 25 mm
- Pokok tarik (T_r) = 25 mm
- Sengkang = 10 mm

Penyelesaian:

1. Menentukan β_1

karena $f'c = 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0,85$

2. Menentukan ρ_1

a. menentukan ρ_b

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{300} \cdot \frac{600}{600 + 300} = 0,04817$$

b. menentukan ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/300 = 0,0047$$

c. maka ρ_1

$$\rho_1 = 0,6 \cdot \rho_b = 0,6 \cdot 0,04817 = 0,0289 > \rho_{\min}$$

3. Asumsi awal $f_{st} = f_y$ dan $f_{sr} = f_y$

$$a. m = f_y / (0,85 \cdot f'c) = 300 / (0,85 \cdot 30) = 11,7647$$

$$b. R_n = \rho_1 \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho_1 \cdot m)$$

$$= 0,00289 \cdot 300 \cdot 10 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0289 \cdot 11,7647) = 71,961$$

$$c. b = \sqrt[3]{\frac{Mn}{q \cdot R_{tt}}} = \sqrt[3]{\frac{(4,415 \cdot 10^6)/0,8}{1,6 \cdot 71,961}} = 36,32518$$

d. pembulatan b

$$b = 36,32518 \approx 35 \text{ cm}$$

$$e. d = q \cdot b = 1,6 \cdot 35 = 56$$

$$d = 56 - 10 = 46$$

$$f. e = \frac{600}{600 + f_y} \quad d = \frac{600}{600 + 300} \quad 46 = 30,6667$$

$$g. a = e \cdot \beta_1 = 30,6667 \cdot 0,85 = 26,0667 \text{ cm}$$

$$h. As_1 = \rho_1 \cdot b \cdot d = 0,0289 \cdot 35 \cdot 46 = 46,529 \text{ cm}^2$$

$$i. Mn_1 = As_1 \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a)$$

$$= 46,529 \cdot 300 \cdot 10 \cdot (46 - \frac{1}{2} \cdot 26,0667)$$

$$= 4601715,774 \text{ kg} \cdot \text{cm} < Mn = Mr/0,8 = 5,5188 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

berarti bertulangan rangkap

4. Perhitungan tulangan rangkap

$$a. Mn_2 = Mn - Mn_1 = 5,8975 \cdot 10^6 - 4,60178 \cdot 10^6$$

$$= 917050$$

$$b. As_2 = \frac{Mn_2}{f_y \cdot (d - d')} = \frac{917050}{300 \cdot (46 - 4) \cdot 10} = 7,278175$$

$$c. Asr = As_1 + As_2$$

$$= 46,529 + 7,278175 = 53,80703 \text{ cm}^2$$

$$d. T = Asr \cdot f_y = 53,80703 \cdot 300 \cdot 10 = 161421,5238 \text{ kg}$$

5. Kontrol regangan

$$a. \epsilon_y = f_y/E_s = 300/2 \cdot 10^5 = 0,0015$$

$$b. \epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{53,80703 - 4}{53,80703} \cdot 0,003$$

$$= 0,0026 > \epsilon_y \text{ ok!!!}$$

$$e. \epsilon_r = \frac{d - c}{c} = \frac{46 - 53,80703}{53,80703} = 0,003$$

$$= 0,0015 = \epsilon_y \text{ ok!!!}$$

6. Perhitungan jumlah tulangan

$$a. n' = \frac{As_2}{\pi(\frac{1}{2} \cdot \phi_{T_k})^2} = \frac{7,278028}{22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2} = 1,48207$$

$$n' = 2 \text{ buah}$$

$$b. n = \frac{As_r}{\pi(\frac{1}{2} \cdot \phi_{T_r})^2} = \frac{53,80717}{22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2} = 10,957$$

$$n = 11 \text{ buah}$$

$$c. As'_{Tp} = n' \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{T_k})^2 = 2 \cdot 22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2$$

$$= 9,8214 \text{ cm}^2$$

$$d. AsR_p = n \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{T_r})^2 = 11 \cdot 22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2$$

$$= 54,01786 \text{ cm}^2$$

f. jumlah tulangan mak perlapis ($\phi_{T_r}=2,5 \Rightarrow y=2,5$)

$$T_{pLr} = \frac{b - (2 \cdot d' + 2 \cdot \phi_{T_s} - y)}{y + \phi_{T_r}}$$

$$= \frac{35 - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 - 2,5)}{2,5 + 2,5} = 5,5 \approx 5 \text{ buah}$$

g. jumlah lapis

$$L_r = n/T_{pLr} = 11/5 = 3$$

$$h. s = \frac{(L_r - 1) \cdot 2,5 + L_r \cdot \phi_{T_r}}{2}$$

$$= \frac{(3 - 1) \cdot 2,5 + 3 \cdot 2,5}{2} = 6,25 \text{ cm}$$

i. tinggi balok (h)

$$h = d + d' + \phi_{T_s} + s$$

$$= 46 + 4 + 1 + 6,25 = 57,25 \text{ cm} \approx 55 \text{ cm}$$

7. Kontrol momen tampang

$$a. T = A_s R_p \cdot f_{sr} = 54,01786 \cdot 300 \cdot 10 = 162053,58$$

$$b. C_s = A_s T_p \cdot (f_{st} - 0,85 \cdot f'c) \\ = 9,8214 \cdot (300 - 0,85 \cdot 30) \cdot 10 = 26959,8199$$

$$c. a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{162053,58 - 26959,8199}{0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 35} = 15,13566$$

$$d. C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a \\ = 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 35 \cdot 15,13566 = 135093,7601$$

$$e. M_u = 0,8 \{ C_c (d - \frac{1}{2}a) + C_s (d - d') \} \\ = 0,8 \{ 135093,7601 \cdot (46 - \frac{1}{2} \cdot 15,13566) \\ + 26959,8199 \cdot (46 - 4) \} \\ = 5059408,712 \text{ kg.cm} \\ = 5,0594 \cdot 10^4 \text{ kg.m}$$

2. Perhitungan contoh 2, diketahui data balok:

$$a. \text{ Mutu bahan : } - f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$- f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$b. \text{ Momen rencana (Mr)} = 2,87 \cdot 10^4 \text{ kg.m}$$

$$c. \text{ Rasio d/b (g)} = 1,8$$

$$d. \text{ Selimut beton (d')} = 4 \text{ cm}$$

$$e. \text{ Diameter tulangan: } - \text{ Pokok desak (Tk)} = 25 \text{ mm}$$

$$- \text{ Pokok tarik (Tr)} = 25 \text{ mm}$$

$$- \text{ Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

Penyelesaian:1. Menentukan β_1

$$\text{karena } f'c = 30 \text{ Mpa, maka } \beta_1 = 0,85$$

2. Menentukan f_1

a. menentukan ρ_b

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{300} \cdot \frac{600}{600 + 300} = 0,04817$$

b. menentukan ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/300 = 0,0047$$

c. maka ρ_1

$$\rho_1 = 0,6 \cdot \rho_b = 0,6 \cdot 0,04817 = 0,00289 > \rho_{\min}$$

3. Asumsi awal $f_{st} = f_y$ dan $f_{sr} = f_y$

a. $m = f_y/(0,85 \cdot f'c) = 300/(0,85 \cdot 30) = 11,7647$

b. $R_n = \rho_1 \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho_1 \cdot m)$
 $= 0,00289 \cdot 300 \cdot 10 \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0289 \cdot 11,7647)$
 $= 71,961$

c. $b = \sqrt[3]{\frac{M_n}{q \cdot R_n}} = \sqrt[3]{\frac{(2,87 \cdot 10^6)/0,8}{1,8 \cdot 71,961}} = 30,2557$

d. pembulatan b

$$b = 30,2557 \approx 30$$

e. $d = q \cdot b = 1,8 \cdot 30 = 54$

$$d = 54 - 10 = 44 \text{ cm}$$

$$f. e = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 300} \cdot 44 = 29,3333$$

g. $a = e \cdot \beta_1 = 29,3333 \cdot 0,85 = 24,9333 \text{ cm}$

h. $A_{s1} = \rho_1 \cdot b \cdot d = 0,0289 \cdot 30 \cdot 44 = 28,148 \text{ cm}^2$

i. $M_n = A_{s1} \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a)$
 $= 28,148 \cdot 300 \cdot 10 \cdot (44 - \frac{1}{2} \cdot 24,9333)$

$$= 3,608802 \cdot 10^6 \text{ kg.cm} > M_n = M_r/0,8$$

$$= 1,775 \cdot 10^6 \text{ kg.cm}$$

berarti bertulangan sebelah

4. Perhitungan tulangan sebelah

$$a. R_n \text{ baru} = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,5875 \cdot 10^6}{30 \cdot 44^2} = 61,76875$$

$$b. \rho_{\text{baru}} = \rho_1 \cdot \frac{R_n \text{ baru}}{R_n} = 0,0289 \cdot \frac{61,76875}{71,961}$$

$$= 0,0248 < 0,75 \rho_b = 0,0361$$

$$c. A_{sr} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,0248 \cdot 30 \cdot 44 = 32,74461 \text{ cm}^2$$

d. jumlah tulangan tarik

$$n = \frac{A_{sr}}{\pi(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tr})^2} = \frac{32,74461}{22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2} = 6,66799$$

$$n = 7 \text{ buah}$$

$$e. A_{s'lr} = n \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tr})^2 = 7 \cdot 22/7 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5)^2$$

$$= 34,375 \text{ cm}^2$$

$$f. x = \frac{b - (2 \cdot d' + 2 \cdot \phi_{Ts} + n \cdot \phi_{Ts})}{n - 1}$$

$$= \frac{30 - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 + 7 \cdot 2,5)}{7 - 1} = 0,41667$$

g. jumlah tulangan maks perlapis ($\phi_{Tr}=2,5 \Rightarrow y=2,5$)

$$l_{pLr} = \frac{b - (2 \cdot d' + 2 \cdot \phi_{Ts} - y)}{y + \phi_{Tr}}$$

$$= \frac{30 - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 - 2,5)}{2,5 + 2,5} = 4,5 \approx 4 \text{ buah}$$

h. jumlah lapis

$$Lr = n/l_{pLr} = 7/4 = 2$$

$$i. s = \frac{(Lr - 1).2,5 + Lr.\phi_{PF}}{2}$$

$$= \frac{(2 - 1).2,5 + 2.2,5}{2} = 3,75 \text{ cm}$$

j. Tinggi balok (h)

$$h = d + d' + \phi_{PS} + s$$

$$= 44 + 4 + 1 + 3,75$$

$$= 52,75 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

5. Kontrol regangan dan momen tampang

$$a. a = \frac{AsTr.fy}{0,85.f'c.b} = \frac{34,375.300}{0,85.30.30} = 13,4804 \text{ cm}$$

$$b. c = a/\beta_1 = 13,4804/0,85 = 15,85928 \text{ cm}$$

$$c. \epsilon_r = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{44 - 15,85928}{15,85928} \cdot 0,003$$

$$= 0,0053 > \epsilon_y = f_y/E_s = 0,0015$$

$$d. M_u = 0,8.AsTr.fsr.(d - \frac{1}{2}.a)$$

$$= 0,8.34,375.300.10.(44 - \frac{1}{2}.13,4804)$$

$$= 3073933,5 \text{ kg.cm}$$

$$= 3,07393 \cdot 10^4 \text{ kg.m}$$

2. Analisa Balok

Langkah-langkah penyelesaian dalam analisa balok sesuai dengan BAB IV, contoh-contoh perhitungan secara manual sebagai berikut:

1. Perhitungan contoh 1, diketahui data balok:

$$a. \text{ Mutu bahan : } - f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$- f_y = 300 \text{ Mpa}$$

- h. Dimensi tampang: - lebar (b) = 30 cm
 - tinggi (h) = 52,75 cm
 - selimut beton (d') = 4 cm

e. Data tulangan:

- Pokok desak $n' = 0$ $\phi_{Pk} = 25$ mm
 - Pokok tarik $n = 7$ $\phi_{Pr} = 25$ mm
 - Sengkang $\phi_{Ps} = 10$ mm

Penyelesaian:

1. Menentukan β_1

karena $f'c = 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0,85$

2. Perhitungan tinggi efektif

a. $As'_{Pt} = 0$

$$As'_{Pr} = n \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Pr}\right)^2 = 7 \cdot 22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2$$

$$= 34,375 \text{ cm}^2$$

b. jumlah tulangan mak per lapis ($\phi_{Pr}=2,5$ $=zy=2,5$)

$$T_{pLr} = \frac{b - (2 \cdot d + 2 \cdot \phi_{Ps} - y)}{y + \phi_{Pr}}$$

$$= \frac{30 - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 - 2,5)}{2,5 + 2,5} = 4,5 \approx 4 \text{ buah}$$

c. jumlah lapis

$$Lr = n/T_{pLr} = 7/4 = 2$$

d. $s = \frac{(Lr - 1) \cdot 2,5 + Lr \cdot \phi_{Pr}}{2}$

$$s = \frac{(2 - 1) \cdot 2,5 + 2 \cdot 2,5}{2} = 3,75 \text{ cm}$$

e. tinggi efektif balok (d)

$$d = h - (d' + \phi_{Ps} + s)$$

$$= 52,75 + (4 + 1 + 3,75)$$

$$= 44 \text{ cm}$$

3. Asumsi awal $f_{st} = f_y$ dan $f_{sr} = f_y$

$$a. C_s = A_s f_t \cdot (f_{st} - 0,85 \cdot f'_c) = 0$$

$$b. T = A_s f_r \cdot f_{sr} = 34,375 \cdot 300 \cdot 10 = 103125 \text{ kg}$$

$$c. a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{103125 - 0}{0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 30} = 13,48039$$

$$d. c = a / \beta_1 = 13,48039 / 0,85 = 15,8593 \text{ cm}$$

4. Kontrol regangan

$$a. \epsilon_y = f_y / E_s = 300 / 2 \cdot 10^5 = 0,0015$$

$$b. \epsilon'_c = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{15,8593 - 4}{15,8593} \cdot 0,003$$

$$\epsilon_c = 0,00224 > \epsilon_y \quad \text{ok!!!}$$

$$c. \epsilon_r = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{44 - 15,8593}{15,8593} \cdot 0,003$$

$$= 0,0053 > \epsilon_y \quad \text{ok!!!}$$

$$d. M_u = 0,8 \{ T(d - \frac{1}{2} \cdot a) \}$$

$$= 0,8 \cdot \{ 103125 \cdot (44 - \frac{1}{2} \cdot 13,48039) \}$$

$$= 3073933,912 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$= 3,0739 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

2. Perhitungan contoh 2, diketahui data balok:

a. Mutu bahan : - $f'_c = 30 \text{ Mpa}$

$$- f_y = 300 \text{ Mpa}$$

b. Dimensi tampang: - lebar (b) = 35 cm

- tinggi (h) = 57,25 cm

- selimut beton (d') = 4 cm

e. Data tulangan:

- Pokok desak $n' = 2$ $\phi_{Tk} = 25 \text{ mm}$
- Pokok tarik $n = 11$ $\phi_{Tr} = 25 \text{ mm}$
- Sengkang $\phi_{Ts} = 10 \text{ mm}$

Penyelesaian:

1. Menentukan β_1

karena $f'c = 30 \text{ Mpa}$, maka $\beta_1 = 0,85$

2. Perhitungan tinggi efektif

$$\begin{aligned} a. \text{As}'t &= n' \cdot n \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tk}\right)^2 = 2 \cdot 22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2 \\ &= 9,8214 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As}'r &= n \cdot n \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tr}\right)^2 = 11 \cdot 22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2 \\ &= 54,0178 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

b. jumlah tulangan mak per lapis ($\phi_{Tr}=2,5 \Rightarrow y=2,5$)

$$\begin{aligned} \text{TpLr} &= \frac{b - (2 \cdot d' + 2 \cdot \phi_{Ts} - y)}{y + \phi_{Tr}} \\ &= \frac{35 - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 - 2,5)}{2,5 + 2,5} = 5,5 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

c. jumlah lapis

$$\text{Lr} = n/\text{TpLr} = 11/5 = 3$$

$$d. s = \frac{(Lr - 1) \cdot 2,5 + Lr \cdot \phi_{Tr}}{2}$$

$$s = \frac{(3 - 1) \cdot 2,5 + 3 \cdot 2,5}{2} = 6,25 \text{ cm}$$

e. tinggi efektif balok (d)

$$\begin{aligned} d &= h - (d' + \phi_{Ts} + s) \\ &= 57,25 - (4 + 1 + 6,25) \\ &= 46 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Asumsi awal $f_{st} = f_y$ dan $f_{sr} = f_y$

$$\begin{aligned} \text{a. } C_s &= A_s f_t \cdot (f_{st} - 0,85 \cdot f'c) \\ &= 9,8214 \cdot (300 - 0,85 \cdot 30) \cdot 10 \\ &= 26959,743 \end{aligned}$$

$$\text{b. } T = A_s f_r \cdot f_{sr} = 54,0178 \cdot 300 \cdot 10 = 162053,4 \text{ kg}$$

$$\text{c. } a = \frac{T - C_s}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{162053,4 - 26959,743}{0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 35} = 15,13654$$

$$\text{d. } c = a / \beta_1 = 15,13654 / 0,85 = 17,80769 \text{ cm}$$

4. Kontrol regangan

$$\text{a. } \epsilon_y = f_y / E_s = 300 / 2 \cdot 10^5 = 0,0015$$

$$\text{b. } \epsilon' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{17,80769 - 4}{17,80769} \cdot 0,003$$

$$\epsilon' = 0,002326 > \epsilon_y \quad \text{ok!!!}$$

$$\text{c. } \epsilon_r = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{46 - 17,80769}{17,80769} \cdot 0,003$$

$$= 0,004749 > \epsilon_y \quad \text{ok!!!}$$

$$\text{d. } C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 35 \cdot 15,13566 = 135093,7601$$

$$\text{e. } M_u = 0,8 \{ C_c (d - \frac{1}{2}a) + C_s (d - d') \}$$

$$= 0,8 \cdot \{ 135093,7601 \cdot (46 - \frac{1}{2} \cdot 15,13566) \}$$

$$+ 26959,8199 \cdot (46 - 4) \}$$

$$= 5059408,712 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$= 5,0594 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Perhitungan Manual Kolom

Langkah-langkah penyelesaian dalam perancangan kolom sesuai dengan BAB IV, contoh-contoh perhitungan secara manual sebagai berikut:

contoh 1, Diketahui data kolom:

- a. Mutu bahan : - $f'_c = 30$ Mpa
- $f_y = 300$ Mpa
- b. Dimensi tampang: - lebar (b) = 45 cm
- tinggi (h) = 45 cm
- panjang (l) = 400 cm
- selimut beton (d') = 4 cm
- c. Beban yang bekerja:
 - Gaya tekan (P_u) = $7,997 \cdot 10^4$ kg
 - Momen rencana 1 (M_1) = $2,6755 \cdot 10^3$ kg.m
 - Momen rencana 2 (M_2) = $5,3509 \cdot 10^3$ kg.m
- d. Diameter tulangan:
 - Pokok memanjang (ϕ_{Tp}) = 25 mm
 - Sengkang = 10 mm
- e. Rasio penulangan total % (ρ_{kokom}) = 4 %

Penyelesaian:

1. Menentukan β_1

karena $f'_c = 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0,85$

2. Perhitungan penulangan

a. $\rho = \frac{1}{2} \cdot \rho_{kolom} = \frac{1}{2} \cdot 4/100 = 0,002$

b. $A_s = \rho \cdot b \cdot (h-d') = 0,002 \cdot 45 \cdot (45-4) = 36,9 \text{ cm}^2$

c.
$$n = \frac{A_s}{\pi \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tp}\right)^2} = \frac{36,9}{22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2} = 7,514$$

maka $n = 8$ buah

d. $A_{s_{pakai}} = n \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tp}\right)^2 = 8 \cdot 22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2 = 39,2857 \text{ cm}^2$

e. $AB = b \cdot h = 45 \cdot 45 = 2025 \text{ cm}^2$

3. Eksentrisitas yang terjadi

a. $M_{u1} = M_2$ (dipilih momen terbesar)

$$= 5,3509 \cdot 10^5 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } e &= M_u/P_u = 5,3509 \cdot 10^5 / (7,997 \cdot 10^4) \\ &= 6,6911 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Menentukan jenis kolom

$$\text{a. kelangsingan} = \frac{0,5 \cdot l}{0,3 \cdot h} = \frac{0,5 \cdot 400}{0,3 \cdot 45} = 14,8148$$

ternyata kelangsingan = 14,8148 < 22, berarti kolom pendek.

5. Eksentrisitas balanced

$$\begin{aligned} \text{a. tinggi efektif } (d) &= h - d' \\ &= 45 - 4 = 41 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{b. } c_b = d \cdot \frac{600}{600 + f_y} = 41 \cdot \frac{600}{600 + 300} = 27,333 \text{ cm}$$

$$\text{c. } a_b = c_b \cdot \beta_1 = 0,85 \cdot 27,333 = 23,233 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } f' &= 600 \cdot \frac{(c_b - d')}{c_b} = 600 \cdot \frac{(27,333 - 4)}{27,333} \cdot 10 \\ &= 5121,94 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{karena } f' > f_y \text{ maka } f' &= f_y = 300 \cdot 10 \\ &= 3000 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{e. } f_r = f_y = 3000 = \text{kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{f. } P_{nb} &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b + A_{s_{pakai}} \cdot f' - A_{s_{pakai}} \cdot f_r \\ &= 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 45 \cdot 23,233 + 39,2857 \cdot 3000 - 39,2857 \cdot 3000 \\ &= 266598,675 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. } M_{nb} &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - a_b) + A_{s_{pakai}} \cdot f' \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - d') \\ &\quad - A_{s_{pakai}} \cdot f_r \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot h) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 45 \cdot 23,233 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 45 - \frac{1}{2} \cdot 23,233) \\
&\quad + 39,2857 \cdot 3000 \cdot (45/2 - 4) \\
&\quad + 39,2857 \cdot 3000 \cdot (41 - 45/2) \\
&= 7262239,379 \quad \text{kg.cm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{h. } e_b &= M_{nb}/P_{nb} = 7262239,379/266598,675 \\
&= 27,2403 \quad \text{cm}
\end{aligned}$$

ternyata $e < e_b$ maka keruntuhan desak

6. Perhitungan keruntuhan desak, dimana $f' > f_y$ maka

$$\text{a. } P_n = \frac{A'_s \cdot f_y}{e} + \frac{b \cdot h \cdot f'_c}{3 \cdot h \cdot e} + 0.5 \frac{d - d'}{d^2} + 1.18$$

$$P_n = 526846,365 \text{ kg}$$

7. Perhitungan faktor reduksi dan gaya desak tampang

$$\text{a. } Af = 0,1 \cdot AB \cdot f'_c = 0,1 \cdot 1225 \cdot 30 \cdot 10 = 42875 \text{ kg}$$

ternyata $Af < P_n$, maka $\theta = 0,65$

$$\begin{aligned}
\text{b. } P_u &= \theta \cdot P_n = 0,65 \cdot 526846,365 \text{ kg} \\
&= 3,4245 \cdot 10^5 \text{ kg}
\end{aligned}$$

karena $P_u > P_n$ maka penampang aman

contoh 2, Diketahui data kolom:

$$\text{a. Mutu Bahan : - } f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{- } f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{b. Dimensi tampang: - lebar (b) = 45 cm}$$

$$\text{- tinggi (h) = 45 cm}$$

$$\text{- panjang (l) = 350 cm}$$

$$\text{- selimut beton (d') = 4 cm}$$

b. Beban yang bekerja:

$$\text{- Gaya tekan } (P_u) = 2,216 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

Lampiran Manual Kolom 4

- Momen rencana 1 (M_1) = $9,8757 \cdot 10^{-2}$ kg.m

- Momen rencana 2 (M_2) = $9,8363 \cdot 10^{-2}$ kg.m

e. Diameter tulangan:

- Pokok memanjang (ϕ_{Tp}) = 25 mm

- Sengkang = 10 mm

e. Rasio penulangan total % (ρ_{kolom}) = 4 %

Penyelesaian:

1. Menentukan β_1

karena $f'_c = 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0,85$

2. Perhitungan penulangan

a. $\rho = \frac{1}{2} \cdot \rho_{kolom} = \frac{1}{2} \cdot 4/100 = 0,002$

b. $A_s = \rho \cdot b \cdot (h-d') = 0,002 \cdot 45 \cdot (45-4) = 36,9 \text{ cm}^2$

c. $n = \frac{A_s}{\pi \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tp}\right)^2} = \frac{36,9}{22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2} = 7,514$

maka $n = 8$ buah

d. $A_{s_{pakai}} = n \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \phi_{Tp}\right)^2 = 8 \cdot 22/7 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5\right)^2 = 39,2857 \text{ cm}^2$

e. $AB = b \cdot h = 45 \cdot 45 = 2025 \text{ cm}^2$

3. Eksentrisitas yang terjadi

a. $M_{II} = M_2$ (dipilih momen terbesar)
 $= 9,8757 \text{ kg.cm}$

b. $e = M_{II}/P_{II} = 9,8757 / (2,216 \cdot 10^4)$
 $= 4,458 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$

4. Menentukan jenis kolom

a. kelangsingan = $\frac{0,5 \cdot l}{0,3 \cdot h} = \frac{0,5 \cdot 350}{0,3 \cdot 45} =$

ternyata kelangsingan = $22,22 < 22$, berarti

kolom pendek.

5. Eksentrisitas balanced

$$a. \text{tinggi efektif } (d) = h - d' = 45 - 4 = 41 \text{ cm}$$

$$b. e_b = d \cdot \frac{600}{600 + f_y} = 41 \cdot \frac{600}{600 + 300} = 27,333 \text{ cm}$$

$$c. a_b = e_b \cdot \beta_1 = 0,85 \cdot 27,333 = 23,233 \text{ cm}$$

$$d. f' = 600 \cdot \frac{(e_b - d')}{e_b} = 600 \cdot \frac{(27,333 - 4)}{27,333} \cdot 10$$

$$= 5121,94 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{karena } f' > f_y \text{ maka } f' = f_y = 300 \cdot 10$$

$$= 3000 \text{ kg/cm}^2$$

$$e. f_r = f_y = 3000 = \text{kg/cm}^2$$

$$f. P_{nb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b + A_{s_{pakai}} \cdot f' - A_{s_{pakai}} \cdot f_r$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 45 \cdot 23,233 + 39,2857 \cdot 3000 - 39,2857 \cdot 3000$$

$$= 266598,675 \text{ kg}$$

$$g. M_{nb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - a_b) + A_{s_{pakai}} \cdot f' \cdot (\frac{1}{2} \cdot h - d')$$

$$- A_{s_{pakai}} \cdot f_r \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot h)$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 45 \cdot 23,233 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 45 - \frac{1}{2} \cdot 23,233)$$

$$+ 39,2857 \cdot 3000 \cdot (45/2 - 4)$$

$$+ 39,2857 \cdot 3000 \cdot (41 - 45/2)$$

$$= 7262239,379 \text{ kg.cm}$$

$$h. e_b = M_{nb} / P_{nb} = 7262239,379 / 266598,675$$

$$= 27,2403 \text{ cm}$$

ternyata $e < e_b$ maka keruntuhan desak

6. Perhitungan keruntuhan desak, dimana $f' > f_y$ maka

$$a. P_n = \frac{A'_s \cdot f_y}{e} + \frac{b \cdot h \cdot f'_c}{3 \cdot h \cdot e} + 0,5 \frac{A'_s \cdot f_y}{(d - d')} + 1,18 \frac{b \cdot h \cdot f'_c}{d^2}$$

$$P_n = 750522,515 \text{ kg}$$

7. Perhitungan faktor reduksi dan gaya desak tampang

a. $A_f = 0,1 \cdot AB \cdot f'_c = 0,1 \cdot 1225 \cdot 30 \cdot 10 = 42875 \text{ kg}$

ternyata $A_f < P_n$, maka $\theta = 0,65$

b. $P_u = \theta \cdot P_n = 0,65 \cdot 750522,515 \text{ kg}$

$$= 4,8784 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

karena $P_u > P_u^*$ maka penampang aman

Perancangan Plat

Contoh-contoh perhitungan perancangan plat secara manual, sesuai dengan BAB IV diantaranya:

Diketahui data untuk perancangan plat:

- a. Mutu bahan : - $f'_c = 20$ Mpa
- $f_y = 175$ Mpa
- b. Jenis plat (JP\$) = Atap
- c. Beban Hidup (BH) = 150 kg/m²
- d. Dimensi plat : - panjang (l_1) = 7,2 m
- lebar (l_2) = 3,6 m
- e. Plat yang ditinjau berada pada:
 - bentang ke (BK) = 1
 - jumlah bentang (JB) = 2
- f. Diameter tulangan : - pokok (ϕ_p) = 16 mm
- susut (ϕ_s) = 12 mm

Penyelesaian:

1. Tebal plat minimum

$$\begin{aligned} h_{\min} &= 1/24 \cdot l_2 \cdot 1000 \cdot (0,4 + f_y/700) \\ &= 1/24 \cdot 3,6 \cdot 1000 \cdot (0,4 + 175/700) \\ &= 97,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

diambil tebal plat: $h = 100$ mm

2. Perhitungan beban plat atap

$$\begin{aligned} - \text{BS plat} &= h \cdot 2400 = 0,1 \cdot 2400 = 240 \text{ kg/m}^2 \\ - \text{B air} &= 0,05 \cdot 1000 = 50 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Bmati} = 290 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban total} &= 1,2 \text{ Bmati} + 1,6 \text{ BH} \\ &= 1,2 \cdot 290 + 1,6 \cdot 150 \\ &= 588 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Untuk atap selimut beton (d') = 40 mm

3. Tentukan jenis penulangan

$$E = l_1/l_2 = 7,2/3,6 = 2$$

digunakan type II, maka momen yang terjadi:

$$M_{lx} = 0,001 \cdot B_{\text{tot}} \cdot l_2^2 \cdot x = 0,001 \cdot 588 \cdot 3,6 \cdot 58 = 441,9878$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot B_{\text{tot}} \cdot l_2^2 \cdot x = 0,001 \cdot 588 \cdot 3,6 \cdot 15 = 114,3072$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot B_{tot} \cdot l_2^2 \cdot x = 0,001 \cdot 588 \cdot 3,6 \cdot 82 = -624,8794$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot B_{tot} \cdot l_2^2 \cdot x = 0,001 \cdot 588 \cdot 3,6 \cdot 53 = -403,885$$

maka untuk momen tumpuan dan lapangan yang digunakan :

$$M_t = 624,8794 \text{ kg.m}$$

$$M_l = 441,9878 \text{ kg.m}$$

4. Menentukan β_1

karena $f'_c = 20 \text{ Mpa}$, maka $\beta_1 = 0,85$

5. Menentukan penulangan lapangan dan tumpuan

a. tinggi efektif (F) = $h - d' - \frac{1}{2} \cdot \phi_p$

$$= 100 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 52 \text{ mm}$$

b. menentukan ρ_b

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 0,85}{300} \cdot \frac{600}{600 + 175} = 0,0639$$

c. menentukan ρ_{min}

$$\rho_{min} = 1,4/f_y = 1,4/175 = 0,008$$

d. maka ρ_{mak}

$$\rho_{mak} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0639 = 0,0479 > \rho_{min}$$

e. menentukan rasio penulangan tumpuan

$$- i = \frac{M_t \cdot 1000}{1000 \cdot F^2} = \frac{624,8794 \cdot 1000}{1000 \cdot 52^2} = 0,2311$$

$$- \omega_t = \frac{1/0,59 - \sqrt{(1/0,59)^2 - (4 \cdot i / (0,59 \cdot f'_c \cdot 0,1))}}{2}$$

$$= 0,1247$$

$$- \rho_t = \rho_t \cdot f'_c / f_y = 0,1247 \cdot 20 / 175 = 0,0142$$

$$- \rho_{1,33t} = 1,33 \cdot \rho_t = 1,33 \cdot 0,0142 = 0,0189$$

f. menentukan rasio penulangan lapangan

$$- k = \frac{M_1 \cdot 1000}{1000 \cdot F^2} = \frac{441,9878 \cdot 1000}{1000 \cdot 52^2} = 0,1635$$

$$- \omega_1 = \frac{1/0,59 - \sqrt{(1/0,59)^2 - (4 \cdot k / (0,59 \cdot f'_c \cdot 0,1))}}{2}$$

$$= 0,0861$$

$$- \rho_1 = \omega_1 \cdot f'_c / f_y = 0,0861 \cdot 20 / 175 = 0,00984$$

$$- \rho_{1,331} = 1,33 \cdot \rho_1 = 1,33 \cdot 0,00984 = 0,0131$$

g. luas dan jarak tulangan

$$- A_{s_t} = \rho_t \cdot 1000 \cdot F = 0,0142 \cdot 1000 \cdot 52 = 738,4$$

$$A_{s_l} = \rho_l \cdot 1000 \cdot F = 0,0098 \cdot 1000 \cdot 52 = 511,68$$

$$- T_t = \frac{\pi \cdot \phi_p^2 \cdot 1000}{A_{s_t}} = \frac{22/7 \cdot (16/2)^2 \cdot 1000}{738,4}$$

$$= 272,404$$

diambil jarak tulangan tumpuan 271 mm

$$- T_l = \frac{\pi \cdot \phi_p^2 \cdot 1000}{A_{s_l}} = \frac{22/7 \cdot (16/2)^2 \cdot 1000}{511,68}$$

$$= 393,103 \Rightarrow \text{diambil jarak tulangan lapangan } 392 \text{ mm}$$

h. syarat jarak tulangan dan luas tulangan pakai

$$- Z = 3 \cdot h = 3 \cdot 100 = 300 \text{ mm}$$

$$- \text{karena } T_l > Z, \text{ maka } T_l = Z = 300 \text{ mm}$$

$$- A_{s_{t\text{pakai}}} = \frac{\pi \cdot \phi_p^2 \cdot 1000}{T_t} = \frac{22/7 \cdot (16/2)^2 \cdot 1000}{271}$$

$$= 742,224 \text{ mm}^2$$

$$- A_{s_{l\text{pakai}}} = \frac{\pi \cdot \phi_p^2 \cdot 1000}{T_l} = \frac{22/7 \cdot (16/2)^2 \cdot 1000}{300}$$

$$= 670,476 \text{ mm}^2$$

6. luas tulangan susut

$$- \rho_s = 0,002 \cdot 300 / f_y = 0,002 \cdot 300 / 175 = 0,0034$$

$$- A_{s_s} = \rho_s \cdot F \cdot 1000 = 0,0034 \cdot 52 \cdot 1000 = 176,8$$

$$- T_s = \frac{\pi \cdot \phi_s^2 \cdot 1000}{A_{s_s}} = \frac{22/7 \cdot (12/2)^2 \cdot 1000}{176,8}$$

$$= 639,948$$

diambil jarak tulangan lapangan 638 mm

karena $T_s > Z$, maka $T_s = Z = 300$ mm

$$- A_{s_{spakai}} = \frac{\pi \cdot \phi_s^2 \cdot 1000}{T_s} = \frac{22/7 \cdot (12/2)^2 \cdot 1000}{300}$$

$$= 377,143 \text{ mm}^2$$

7. untuk kontrol terhadap retak tidak ditinjau

karena $f_y < 300$ Mpa

LAMPIRAN
LIST PROGRAM PERHITUNGAN GEMPA

PERHITUNGAN:

```

*****
* Program Hitungan Gempa *
*****

BebTot = 0
FOR P = TinBan TO 1 STEP -1
    BebTot = BebTot + BebLan(P)
NEXT P

*****
* Perhitungan Koefisien Gempa Dasar (C) *
*****
***** Wilayah Gempa 1 *****
IF WilGem = 1 THEN
    IF JenTan$ = "K" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .045
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= .5 THEN
            C = -.03 * Ta + .105
        ELSE
            C = .09
        END IF
    ELSEIF JenTan$ = "L" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .065
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= 1 THEN
            C = -.065 * Ta + .195
        ELSE
            C = .13
        END IF
    END IF
    ***** Wilayah Gempa 2 *****
ELSEIF WilGem = 2 THEN
    IF JenTan$ = "K" THEN
        IF Ta >= 2 THEN

```

Lampiran Gempa 2

```

        C = .035
    ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= .5 THEN
        C = -2.33333*10(-2)*Ta+8.167*10(-2)
    ELSE
        C = .07
    END IF
ELSEIF JenTan$ = "L" THEN
    IF Ta >= 2 THEN
        C = .045
    ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= 1 THEN
        C = -.045 * Ta + .135
    ELSE
        C = .09
    END IF
END IF
END IF
***** Wilayah Gempa 3 *****
ELSEIF WilGem = 3 THEN
    IF JenTan$ = "K" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .025
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= .5 THEN
            C = -1.6667*10(-2)*Ta+5.833333*10(-2)
        ELSE
            C = .05
        END IF
    ELSEIF JenTan$ = "L" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .035
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= 1 THEN
            C = -.035 * Ta + .105
        ELSE
            C = .07
        END IF
    END IF
END IF
***** Wilayah Gempa 4 *****
ELSEIF WilGem = 4 THEN
    IF JenTan$ = "K" THEN

```

```

        IF Ta >= 2 THEN
            C = .015
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= .5 THEN
            C = -.01 * Ta + .035
        ELSE
            C = .03
        END IF
    ELSEIF JenPan$ = "L" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .025
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= 1 THEN
            C = -.025 * Ta + .075
        ELSE
            C = .05
        END IF
    END IF
***** Wilayah Gempa 5 *****
ELSEIF WilGem = 5 THEN
    IF JenPan$ = "K" THEN
        C = .01
    ELSEIF JenPan$ = "L" THEN
        IF Ta >= 2 THEN
            C = .02
        ELSEIF Ta < 2 AND Ta >= 1 THEN
            C = -.02 * Ta + .04
        ELSE
            C = .03
        END IF
    END IF
ELSE
***** Wilayah Gempa 6 *****
    C = 0
*****
END IF
*****
* Geser Horizontal Akibat Gempa *
*****

```

```

GesDas = C * I * K * BebfTot
*****
* Perhitungan Tabel 1 *
*****
TLDB(TinBan) = TGG
WxHTot = 0
FOR T = TinBan TO 1 STEP -1
    TLDB(T - 1) = TLDB(T) - TinLan(T)
    WxH(T) = Beblan(T) * TLDB(T)
    WxHTot = WxHTot + WxH(T)
NEXT T
IF (TGG / PanBan >= 3) THEN
    FOR T = 1 TO TinBan
        Gem(T) = WxH(T) / WxHTot * .9 * GesDas
    NEXT T
    Gem(TinBan) = Gem(TinBan) + .1 * GesDas
ELSE
    FOR T = 1 TO TinBan
        Gem(T) = WxH(T) / WxHTot * GesDas
    NEXT T
END IF
V(TinBan + 1) = 0
FOR T = TinBan TO 1 STEP -1
    V(T) = V(T + 1) + Gem(T)
NEXT T
*****
* Perhitungan Tabel 2 *
*****
Tho(0) = 0
FOR T = 1 TO TinBan
    Delta(T) = V(T) / (Kek(T) * K)
    Tho(T) = Tho(T - 1) + Delta(T)
NEXT T
*****
* Perhitungan Tabel 3 *
*****
WxThoTot = 0

```

```
FxThoTot = 0
FOR T = 1 TO TinBan
    WxTho(T) = BebLan(T) * Tho(T) ^ 2
    WxThoTot = WxThoTot + WxTho(T)
    FD(T) = Gem(T) * Tho(T)
    FxThoTot = FxThoTot + FD(T)
NEXT T
Takhir = 2 * (22 / 7) * SQR(WxThoTot / (9.81 * FxThoTot)) * SQR(K)
IF Ta <> Takhir THEN
    Ta = Takhir
    GOTO FERHITUNGAN
END IF
RETURN
```

```

*****
* Perhitungan Momen Ada 3 Type *
* 1. Akibat Beban Hidup      *
* 2. Akibat Beban Mati      *
* 3. Akibat Beban Gempa      *
*****
*****
* Akibat Beban Mati *
*****

CALL BERSIH
PRINT "PERHITUNGAN MOMEN AKIBAT BEBAN MATI"
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele),
    L(Ele), LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
    IF JenEle$ = "B" THEN
        Q(Ele) = BM(Ele)
    ELSE
        Q(Ele) = 0
    END IF
LOOP
CLOSE
Sta$ = "BM"
GOSUB MEKANIKA
*****
* Akibat Beban Hidup *
*****

CALL BERSIH
PRINT "PERHITUNGAN MOMEN AKIBAT BEBAN HIDUP"
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele),
    L(Ele), LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
    IF JenEle$ = "B" THEN
        Q(Ele) = BH(Ele)
    ELSE
        Q(Ele) = 0
    END IF
LOOP
CLOSE

```

```

Sta$ = "BH"
GOSUB MEKANIKA
  *****
  * Akibat Beban Gempa *
  *****
CALL BERSIH
PRINT "PERHITUNGAN MOMEN AKIBAT BEBAN GEMPA"
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele),
  L(Ele), LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
  Q(Ele) = BH(Ele) * FRBH + BM(Ele)
LOOP
CLOSE
Sta$ = "BG"
GOSUB MEKANIKA
  *****
  * Perhitungan Mekanika *
  *****
MEKANIKA:
FOR P = TinBan TO 1 STEP -1
  Beban(P) = 0
NEXT P
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #2
TGG = 0
DO UNTIL EOF(2)
  INPUT #2, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele),
  L(Ele), LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
  Iner(Ele) = 1/12*(LB(Ele)/100)*(TG(Ele)/100)^3
  K!(Ele, J1, J2) = Iner(Ele) / L(Ele)
  K!(Ele, J2, J1) = K!(Ele, J1, J2)
  KA(J1, J2) = Iner(Ele) / L(Ele)
  KA(J2, J1) = KA(J1, J2)
  IF JenEle$ = "K" THEN KK(T, Ele) = KR(Ele)
  IF JenEle$ = "K" THEN
    TinLan(T) = L(Ele)
    TGG = TGG + TinLan(T)
  END IF
  IF Sta$ = "BG" THEN
    FOR P = TinBan TO 1 STEP -1

```

```

IF JenEle$ = "B" AND P = T THEN
BebPla(P) = BebPla(P) + Q(Ele) * L(Ele)
END IF
IF JenEle$ = "K" AND P = T THEN
BebKol(P) = BebKol(P) + (LB(Ele)/100) * (TG(Ele)/100)
* L(Ele) * 2400
END IF
NEXT P
END IF
IF JenEle$ = "B" THEN
M!(Ele, J1, J2) = -1 / 12 * Q(Ele) * L(Ele) ^ 2
IF Sta$ = "BG" THEN M!(Ele, J1, J2) = 0
M!(Ele, J2, J1) = -M!(Ele, J1, J2)
MA(J2, J1) = M!(Ele, J2, J1)
MA(J1, J2) = M!(Ele, J1, J2)
END IF
IF JenEle$ = "K" THEN Tin(T) = L(Ele)
LOOP
CLOSE #2
IF Sta$ = "BG" THEN
FOR P = TinBan TO 1 STEP -1
BebLan(P) = BebPla(P) + BebKol(P)
NEXT P
END IF
TGG = TGG / (JumBen + 1)
FOR P = 1 TO TinBan
Kek(P) = 0
NEXT P
FOR P = 1 TO TinBan
FOR X = 1 TO JumEle
IF KK(P, X) <> 0 THEN
Kek(P) = Kek(P) + KK(P, X)
END IF
NEXT X
NEXT P
Ta = .06 * TGG ^ (3 / 4)
IF Sta$ = "BG" THEN GOSUB PERHITUNGAN
*****
* Perhitungan Moment Parsiil *
*****

```



```

PRINT "Perhitungan Momen Primer"
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAH" FOR OUTPUT AS #2
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAM" FOR OUTPUT AS #2
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAG" FOR OUTPUT AS #2
FOR J1 = 1 TO JumJoi
    FOR J2 = 1 TO JumJoi
        IF MA(J1, J2) <> 0 THEN
            WRITE #2, J1, J2, MA(J1, J2), MA(J2, J1)
        END IF
    NEXT J2
NEXT J1
CLOSE #2
*****
* Perhitungan Momen Primer *
*****
PRINT "Perhitungan Momen Residu"
FOR J1 = JumBen + 2 TO JumJoi
    A = 0
    FOR J2 = 1 TO JumJoi
        A = A + MA(J1, J2)
    NEXT J2
    P(J1) = A
NEXT J1
*****
* PERHITUNGAN P *
*****
PRINT "Perhitungan Rho"
FOR J1 = JumBen + 2 TO JumJoi
    A = 0
    FOR J2 = 1 TO JumJoi
        FOR Ele = 1 TO JumEle
            A = A + R!(Ele, J1, J2)
        NEXT Ele
    NEXT J2
    P(J1) = 2 * A
NEXT J1
*****
* PERHITUNGAN ALHPA *
*****
PRINT "Perhitungan Faktor Distribusi"

```

```

IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAH" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAM" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAG" FOR OUTPUT AS #1
FOR X = (JumBen + 2) TO JumJoi
  FOR Y = 1 TO JumJoi
    FOR Z = 1 TO JumEle
      IF P(X) = 0 THEN P(X) = 1
      A(X, Y) = -K!(Z, X, Y) / P(X)
      IF A(X, Y) <> 0 THEN
        IF X > (JumBen + 1) THEN
          WRITE #1, X, Y, A(X, Y)
        ELSE
          A(X, Y) = 0
        END IF
      END IF
    NEXT Z
  NEXT Y
NEXT X
CLOSE #1
*****
* PERHITUNGAN MOMEN DISTRIBUSI PERTAMA *
*****
FOR X = JumBen + 2 TO JumJoi
  Momen(X, 0) = -T(X) / P(X)
  FOR A = 1 TO Interasi
    Momen(X, A) = 0
  NEXT A
NEXT X
*****
* FAKTOR DISTRIBUSI AKIBAT TINGKAT *
*****
FOR Y = 1 TO TinBan
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
A = 0
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
  LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
  IF JenEle$ = "K" THEN
    IF Y = T THEN
      FOR X = 1 TO JumJoi

```

```

        FOR Z = 1 TO JumJoi
            A = A + K!(Ele, X, Z)
        NEXT Z
    NEXT X
END IF
TI(Y) = A
END IF
LOOP
CLOSE #1
NEXT Y
*****
* Perhitungan Distribusi Penggoyangan *
*****
PRINT "Perhitungan Distribusi Penggoyangan"
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJH" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJM" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJG" FOR OUTPUT AS #1
FOR P = 1 TO TinBan
    OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #2
    DO UNTIL EOF(2)
        INPUT #2, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
            LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
        IF (JenEle$ = "K") AND (P = T) THEN
            FOR X = 1 TO JumJoi
                FOR Z = 1 TO JumJoi
                    JT(X, Z) = -3 * K!(Ele, X, Z) / TI(P)
                    IF JT(X, Z) <> 0 THEN WRITE #1, X, Z, JT(X, Z)
                NEXT Z
            NEXT X
        END IF
    LOOP
CLOSE #2
NEXT P
CLOSE #1
*****
* PERHITUNGAN MOMEN PENGGOYANGAN PERTAMA *
*****
FOR T = 1 TO TinBan
    O = 0
    FOR P = TinBan TO T STEP -1

```

```

        O = O + Gempa(P)
    NEXT P
    Gempa(T) = O
    MP(T, O) = -Tin(T) * Gempa(T) / TI(T)
NEXT T
*****
* PENOMORAN BATANG KOLOM TERHADAP TINGKAT *
*****
PRINT "Penomoran Kolom"
FOR P = 1 TO TinBan
    OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
    DO UNTIL EOF(1)
        INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
            LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
        IF (JenEle$ = "K") AND (P = T) THEN
            FOR X = 1 TO JumJoi
                FOR Z = 1 TO JumJoi
                    IF K!(Ele, X, Z) <> 0 THEN MPN(X, Z) = MP(P, O)
                NEXT Z
            NEXT X
        END IF
    LOOP
    CLOSE #1
NEXT P
*****
* Perhitungan Momen Distribusi Total Momen Putaran *
*****
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAH" FOR INPUT AS #1
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAM" FOR INPUT AS #1
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".AAG" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, X, Y, A(X, Y)
LOOP
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJH" FOR INPUT AS #2
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJM" FOR INPUT AS #2
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".DJG" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
    INPUT #2, X, Z, JT(X, Z)
LOOP
CLOSE

```

```

PRINT "Perhitungan Momen Distribusi Total"
FOR Putaran = 1 TO Interasi
  FOR Join = (JumBen + 2) TO JumJoi
    W = 0
    FOR Cari = 1 TO JumJoi
      Momen = Momen(Cari, (Putaran))
      IF Momen = 0 THEN Momen = Momen(Cari, (Putaran - 1))
      W = W + A(Join, Cari) * (MPN(Join, Cari) + Momen)
    NEXT Cari
    Momen(Join, Putaran) = Momen(Join, 0) + W
  NEXT Join
  *****
  * Distribusi Momen Penggoyangan *
  *****
FOR P = 1 TO TinBan
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
G = 0
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
  LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
  Iner(Ele) = 1/12*(LB(Ele)/100)*(TG(Ele)100)^3
  K!(Ele, J1, J2) = Iner(Ele) / L(Ele)
  K!(Ele, J2, J1) = K!(Ele, J1, J2)
  IF (JenEle$ = "K") AND (P = T) THEN
    FOR X = 1 TO JumJoi
      FOR Z = 1 TO JumJoi
        IF K!(Ele, X, Z) <> 0 THEN
          G = G+JT(X,Z)*(Momen(X,Putaran)+Momen(Z,Putaran))
        END IF
      NEXT Z
    NEXT X
    MP(P, Putaran) = (G / 2) + MP(P, 0)
  END IF
LOOP
CLOSE #1
NEXT P
*****
* Persamaan MPN dengan MP *
*****
FOR P = 1 TO TinBan

```

```

OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
    LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
    IF JenEle$ = "K" AND P = T THEN
        FOR X = 1 TO JumJoi
            FOR Z = 1 TO JumJoi
                IF K!(Ele, X, Z) <> 0 THEN
                    MPN(X, Z) = MP(P, Putaran)
                END IF
            NEXT Z
        NEXT X
    END IF
LOOP
CLOSE #1
NEXT P
NEXT Putaran
*****
* PerhitunganMomen Akhir *
*****
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
    LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
    Iner(Ele) = 1 / 12 * (LB(Ele) / 100) * (TG(Ele) / 100)^3
    KA(J1, J2) = Iner(Ele) / L(Ele)
    KA(J2, J1) = KA(J1, J2)
LOOP
CLOSE #1
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAH" FOR INPUT AS #2
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAM" FOR INPUT AS #2
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".MAG" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
    INPUT #2, J1, J2, MA(J1, J2), MA(J2, J1)
LOOP
CLOSE #2
FOR X = 1 TO JumJoi
    O = 0
    FOR Y = 1 TO JumJoi

```

```

      MAK(X, Y) = KA(X, Y)*(2*Momen(X, Interasi)+Momen(Y,
      Interasi)+MPN(X, Y))+MA(X, Y)
      IF MAK(X, Y) <> 0 THEN O = O + MAK(X, Y)
NEXT Y
IF X > JumBen + 1 THEN
Q = 0
FOR Y = 1 TO JumJoi
  IF MAK(X, Y) <> 0 THEN
    MK(X, Y) = MAK(X, Y) - (KA(X, Y) / (P(X) / 2)) * O
    Q = Q + MK(X, Y)
  END IF
NEXT Y
END IF
NEXT X
*****
* Rekam Hasil *
*****
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".MIH" FOR OUTPUT AS #2
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".MIM" FOR OUTPUT AS #2
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".MIG" FOR OUTPUT AS #2
FOR X = 1 TO JumJoi
  FOR Y = 1 TO JumJoi
    IF X < JumBen + 2 THEN MK(X, Y) = MAK(X, Y)
    IF MK(X, Y) <> 0 THEN
      WRITE #2, X, Y, MK(X, Y)
    END IF
  NEXT Y
NEXT X
CLOSE #2
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".LAH" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".LAM" FOR OUTPUT AS #1
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".LAG" FOR OUTPUT AS #1
FOR Join = 1 TO JumJoi
  FOR Putaran = 0 TO Interasi
    WRITE #1, Join, Putaran, Momen(Join, Putaran)
  NEXT Putaran
NEXT Join
CLOSE #1
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".MOH" FOR OUTPUT AS #2
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".MOM" FOR OUTPUT AS #2

```

```

IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".MOG" FOR OUTPUT AS #2
FOR T = 1 TO TinBan
    FOR Putaran = 0 TO Interasi
        WRITE #2, T, Putaran, MP(T, Putaran)
    NEXT Putaran
NEXT T
CLOSE #2
*****
* PERHITUNGAN V AKIBAT Q DAN M *
*****
FOR J = 1 TO JumJoi
    VJ(J) = 0: VSK(J) = 0: GV(J) = 0
NEXT J
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
    INPUT #3, T, Ele, JenEle$, J1, J2, KR(Ele), L(Ele),
        LB(Ele), TG(Ele), BH(Ele), BM(Ele)
    IF JenEle$ = "B" THEN
        VTak(Ele, J2) = ABS(MK(J2, J1)) / L(Ele) - ABS(MK(J1,
            J2)) / L(Ele) + .5 * Q(Ele) * L(Ele)
        VTak(Ele, J1) = ABS(MK(J1, J2)) / L(Ele) - ABS(MK(J2,
            J1)) / L(Ele) + .5 * Q(Ele) * L(Ele)
    ELSE
        VTak(Ele, J2) = ABS(MK(J2, J1)) / L(Ele) - ABS(MK(J1,
            J2)) / L(Ele)
        VTak(Ele, J1) = ABS(MK(J1, J2)) / L(Ele) - ABS(MK(J2,
            J1)) / L(Ele)
    END IF
    *****
    * Perhitungan Gava Vertikal *
    *****
    IF JenEle$ = "K" THEN
        VSK(J1) = L(Ele)*LB(Ele)/100*TG(Ele)/100*2400
        IF VSK(J2) = 0 THEN
            VSK(J1) = VSK(J1)
        ELSE
            VSK(J1) = VSK(J1) + VSK(J2)
        END IF
    END IF
END IF
IF JenEle$ = "B" THEN

```



```

IF VJ(J2) = 0 THEN
    VJ(J2) = ABS(MK(J2, J1)) / L(Elе) - ABS(MK(J1, J2))
    / L(Elе) + .5 * Q(Elе) * L(Elе)
ELSE
    VJ(J2) = ABS((MK(J2, J1)) / L(Elе) - ABS(MK(J1, J2))
    / L(Elе) + .5 * Q(Elе) * L(Elе)) + VJ(J2)
END IF
IF VJ(J1) = 0 THEN
    VJ(J1) = ABS(MK(J1, J2)) / L(Elе) - ABS(MK(J2, J1))
    / L(Elе) + .5 * Q(Elе) * L(Elе)
ELSE
    VJ(J1) = ABS(MK(J1, J2)) / L(Elе) - ABS(MK(J2, J1))
    / L(Elе) + .5 * Q(Elе) * L(Elе) + VJ(J1)
END IF
END IF
LOOP
CLOSE
*****
* Penjumlahan Gaya vertikal (GV) *
*****
OPEN NamBer1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
    INPUT #3, T, Elе, JenElе$, J1, J2, KR(Elе), L(Elе),
    LB(Elе), TG(Elе), BH(Elе), BM(Elе)
    IF JenElе$ = "K" THEN
        IF GV(J2) = 0 THEN
            GV(J2) = VJ(J2)
            GV(J1) = VJ(J1) + VJ(J2)
        ELSE
            GV(J1) = VJ(J1) + GV(J2)
        END IF
    END IF
END IF
LOOP
CLOSE
*****
* PERHITUNGAN V TOTAL (VT) *
* Merekam Gaya Vertikal *
*****
IF Sta$ = "BH" THEN OPEN NamBer1$ + ".VTH" FOR OUTPUT AS #4
IF Sta$ = "BM" THEN OPEN NamBer1$ + ".VTM" FOR OUTPUT AS #4

```

```
IF Sta$ = "BG" THEN OPEN NamBer1$ + ".VTG" FOR OUTPUT AS #4
FOR J = 1 TO JumJoi
  IF Sta$ = "BG" THEN GV(J) = VSK(J)
  FOR Ele = 1 TO JumEle
    IF VTak(Ele, J) <> 0 THEN
      WRITE #4, Ele, J, GV(J), VTak(Ele, J)
    END IF
  NEXT Ele
NEXT J
CLOSE #4
RETURN
```

Lampiran Analisis Struktur Momen Maksimum 1

```

^*****
^Perhitungan Momen Lapangan *
^*****
OPEN namaBerkas1$ + ".VTJ" FOR INPUT AS #1

DO UNTIL EOF(1)
INPUT #1, Elemen, J, VH(J), VM(J), VG(J), VT(J), VTaH(Elemen,J),
      VTaM(Elemen, J), VTaG(Elemen, J), VTa1(Elemen, J),
      VTa2(Elemen, J), VTa3(Elemen, J), VTa4(Elemen, J)
LOOP
CLOSE
OPEN namaBerkas1$ + ".MAK" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
INPUT #1, J1, J2, MKH#(J1, J2), MKM#(J1, J2), MKG#(J1, J2),
      MK1#(J1, J2), MK2#(J1, J2), MK3#(J1, J2), MK4#(J1, J2)
LOOP
CLOSE #1
OPEN namaBerkas1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
OPEN namaBerkas1$ + ".DML" FOR OUTPUT AS #2
DO UNTIL EOF(1)
INPUT #1, T, Elemen, JenisElemen$, J1, J2, KR(Elemen), L(Elemen),
      LB(Elemen), TG(Elemen), BH(Elemen), BM(Elemen)
      IF JenisElemen$ = "B" THEN
^Momen Maksimum Beban Mati
X(Elemen) = (VTaM(Elemen, J1) * L(Elemen)) / (VTaM(Elemen, J1)
      + VTaM(Elemen, J2))
ML2M(Elemen) = (VTaM(Elemen, J1) * X(Elemen)) - (.5 * BM(Elemen)
      * X(Elemen) ^ 2)
ML1M(Elemen) = (ABS(MKM#(J2, J1)) - ABS(MKM#(J1, J2))) / L(Elemen)
      * X(Elemen) + ABS(MKM#(J1, J2))
MLM(Elemen) = ML2M(Elemen) - ML1M(Elemen)

^Momen Maksimum Beban Hidup
X(Elemen) = (VTaH(Elemen, J1) * L(Elemen)) / (VTaH(Elemen, J1)
      + VTaH(Elemen, J2))
ML2H(Elemen) = (VTaH(Elemen, J1) * X(Elemen)) - (.5 * BH(Elemen)

```

Lampiran Analisis Struktur Momen Maksimum 2

```

        * X(Elemen) ^ 2)
ML1H(Elemen) = (ABS(MKH#(J2, J1)) - ABS(MKH#(J1, J2))) / L(Elemen)
        * X(Elemen) + ABS(MKH#(J1, J2))
MLH(Elemen) = ML2H(Elemen) - ML1H(Elemen)
`Momen Maksimum Beban Gempa
X(Elemen) = (VTaG(Elemen, J1) * L(Elemen)) / (VTaG(Elemen, J1)
        + VTaG(Elemen, J2))
BX(Elemen) = (ABS(MKG#(J1, J2)) * L(Elemen)) / (ABS(MKG#(J1, J2))
        + ABS(MKG#(J2, J1)))
IF X(Elemen) < BX(Elemen) THEN
        MLG(Elemen) = ((BX(Elemen) - X(Elemen)) / BX(Elemen))
                * MKG#(J1, J2)
ELSE
        BX1(Elemen) = (ABS(MKG#(J2, J1)) * L(Elemen))
                / (ABS(MKG#(J1, J2)) + ABS(MKG#(J2, J1)))
        MLG(Elemen) = ((BX1(Elemen) - (L(Elemen) - X(Elemen)))
                / BX1(Elemen)) * -MKG#(J2, J1)
END IF
`Kombinasi Momen Lapangan
        ML1(Elemen) = 1.6 * MLH(Elemen) + 1.2 * MLM(Elemen)
        ML2(Elemen) = .9 * MLM(Elemen) + MLG(Elemen)
        ML3(Elemen) = 1.05 * (.6 * MLH(Elemen) + MLM(Elemen)
                + MLG(Elemen))
        IF ML1(Elemen) > ML2(Elemen) AND ML1(Elemen) > ML3(Elemen)
THEN ML4(Elemen) = ML1(Elemen)
        IF ML2(Elemen) > ML1(Elemen) AND ML2(Elemen) > ML3(Elemen)
THEN ML4(Elemen) = ML2(Elemen)
        IF ML3(Elemen) > ML1(Elemen) AND ML3(Elemen) > ML2(Elemen)
THEN ML4(Elemen) = ML3(Elemen)
        WRITE #2, Elemen, MLH(Elemen), MLM(Elemen), MLG(Elemen),
                ML1(Elemen), ML2(Elemen), ML3(Elemen), ML4(Elemen)
END IF
LOOP
CLOSE

```

```

*****
* Rekaman Data Gabungan *
*****
PRINT "PROSES REKAM DATA"
PRINT "      TUNGGU"
OPEN number1$ + ".VTH" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
INPUT #1, Ele, J, VT(J), VTak(Ele, J)
      VH(J) = VT(J)
      VTaH(Ele, J) = VTak(Ele, J)
LOOP
CLOSE
OPEN number1$ + ".VTM" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
INPUT #2, Ele, J, VT(J), VTak(Ele, J)
      VM(J) = VT(J)
      VTaM(Ele, J) = VTak(Ele, J)
LOOP
CLOSE
OPEN number1$ + ".VTJ" FOR OUTPUT AS #1
OPEN number1$ + ".VTG" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
      INPUT #3, Ele, J, VT(J), VTak(Ele, J)
      VSK(J) = VT(J)
      VTaG(Ele, J) = VTak(Ele, J)
      VTa1(Ele, J) = 1.2 * VTaM(Ele, J) + 1.6 *
      VTaH(Ele, J)
      A = .9 * VTaM(Ele, J) + VTaG(Ele, J)
      B = .9 * VTaM(Ele, J) - VTaG(Ele, J)
      IF ABS(A) > ABS(B) THEN
          VTa2(Ele, J) = A
      ELSE
          VTa2(Ele, J) = B
      END IF
      C = 1.05 * (VTaM(Ele, J) + .6 * VTaH(Ele, J) +
      VTaG(Ele, J))
      D = 1.05 * (VTaM(Ele, J) + .6 * VTaH(Ele, J) -
      VTaG(Ele, J))

```

```

IF ABS(C) > ABS(D) THEN
    VTa3(Ele, J) = C
ELSE
    VTa3(Ele, J) = D
END IF
IF VTa1(Ele, J) > VTa2(Ele, J) AND VTa1(Ele, J) >
VTa3(Ele, J) THEN
    VTa4(Ele, J) = VTa1(Ele, J)
ELSEIF VTa2(Ele, J) > VTa1(Ele, J) AND VTa2(Ele,
J) > VTa3(Ele, J) THEN
    VTa4(Ele, J) = VTa2(Ele, J)
ELSE
    VTa4(Ele, J) = VTa3(Ele, J)
END IF
VT(J) = (1.2 * VM(J) + 1.6 * VH(J)) + VSK(J)
WRITE #1, Ele, J, VH(J), VM(J), VG(J), VT(J),
VTaH(Ele, J), VTaM(Ele, J), VTaG(Ele, J),
VTa1(Ele, J), VTa2(Ele, J), VTa3(Ele, J),
VTa4(Ele, J)

LOOP
CLOSE
ERASE VH, VM, VG, VTaH, VTaM, VTaG, VT, VTak
KILL namBer1$ + ".VTH"
KILL namBer1$ + ".VTM"
KILL namBer1$ + ".VTG"
OPEN namBer1$ + ".AAH" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, J1, J2, A(J1, J2)
    AH(J1, J2) = A(J1, J2)

LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".AAM" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
    INPUT #2, J1, J2, A(J1, J2)
    AH(J1, J2) = A(J1, J2)

LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".AAA" FOR OUTPUT AS #4

```

```
OPEN namBer1$ + ".AAG" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
  INPUT #3, J1, J2, A(J1, J2)
  AG(J1, J2) = A(J1, J2)
  WRITE #4, J1, J2, AH(J1, J2), AM(J1, J2), AG(J1, J2)
LOOP
CLOSE
ERASE AH, AM, AG, A
KILL namBer1$ + ".AAH"
KILL namBer1$ + ".AAM"
KILL namBer1$ + ".AAG"
OPEN namBer1$ + ".MIH" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, J1, J2, MK#(J1, J2)
  MKH#(J1, J2) = MK#(J1, J2)
LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".MIM" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
  INPUT #2, J1, J2, MK#(J1, J2)
  MKM#(J1, J2) = MK#(J1, J2)
LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".MAK" FOR OUTPUT AS #4
OPEN namBer1$ + ".MIG" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
  INPUT #3, J1, J2, MK#(J1, J2)
  MKG#(J1, J2) = MK#(J1, J2)
  MK1#(J1, J2) = 1.6*MKH#(J1, J2) + 1.2*MKM#(J1, J2)
  A = .9 * MKM#(J1, J2) + MKG#(J1, J2)
  B = .9 * MKM#(J1, J2) - MKG#(J1, J2)
  IF ABS(A) > ABS(B) THEN
    MK2#(J1, J2) = A
  ELSE
    MK2#(J1, J2) = B
  END IF
```

```

C = 1.05 * (.6 * MKH#(J1, J2) + MKM#(J1, J2) +
MKG#(J1, J2))
D = 1.05 * (.6 * MKH#(J1, J2) + MKM#(J1, J2) -
MKG#(J1, J2))
IF ABS(C) > ABS(D) THEN
    MK3#(J1, J2) = C
ELSE
    MK3#(J1, J2) = D
END IF
IF ABS(MK1#(J1, J2)) > ABS(MK2#(J1, J2)) AND
ABS(MK1#(J1, J2)) > ABS(MK3#(J1, J2)) THEN
    MK4#(J1, J2) = MK1#(J1, J2)
ELSEIF ABS(MK2#(J1, J2)) > ABS(MK1#(J1, J2)) AND
ABS(MK2#(J1, J2)) > ABS(MK3#(J1, J2)) THEN
    MK4#(J1, J2) = MK2#(J1, J2)
ELSE
    MK4#(J1, J2) = MK3#(J1, J2)
END IF
WRITE #4, J1, J2, MKH#(J1, J2), MKM#(J1, J2), MKG#(J1, J2),
MK1#(J1, J2), MK2#(J1, J2), MK3#(J1, J2), MK4#(J1, J2)
LOOP
CLOSE
ERASE MKH, MKM, MKG, MK, MK1, MK2
KILL namBer1$ + ".MIH"
KILL namBer1$ + ".MIM"
KILL namBer1$ + ".MIG"
OPEN namBer1$ + ".LAH" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
    INPUT #1, Join, Put, mom(Join, Put)
    momH(Join, Put) = mom(Join, Put)
LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".LAM" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
    INPUT #2, Join, Put, mom(Join, Put)
    momM(Join, Put) = mom(Join, Put)
LOOP
CLOSE

```


Lampiran Rekaman 5

```

OPEN namBer1$ + ".LAP" FOR OUTPUT AS #4
OPEN namBer1$ + ".LAG" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
  INPUT #3, Join, Put, mom(Join, Put)
  momG(Join, Put) = mom(Join, Put)
  WRITE #4, Join, Put, momH(Join, Put), momM(Join,
    Put), momG(Join, Put)
LOOP
CLOSE
ERASE mom, momH, momM, momG
KILL namBer1$ + ".LAH"
KILL namBer1$ + ".LAM"
KILL namBer1$ + ".LAG"
OPEN namBer1$ + ".MOH" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Put, MP(T, Put)
  MPH(T, Put) = MP(T, Put)
LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".MOM" FOR INPUT AS #1
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Put, MP(T, Put)
  MPM(T, Put) = MP(T, Put)
LOOP
CLOSE
OPEN namBer1$ + ".MOG" FOR INPUT AS #1
OPEN namBer1$ + ".MFG" FOR OUTPUT AS #2
DO UNTIL EOF(1)
  INPUT #1, T, Put, MP(T, Put)
  MFG(T, Put) = MP(T, Put)
  WRITE #2, T, Put, MPH(T, Put), MPM(T, Put), MFG(T, Put)
LOOP
CLOSE
ERASE MPH, MPM, MFG, MP : KILL namBer1$ + ".MOG"
KILL namBer1$ + ".MOH" : KILL namBer1$ + ".MOM"
KILL namBer1$ + ".MAH" : KILL namBer1$ + ".MAM"
KILL namBer1$ + ".MAG" : KILL namBer1$ + ".DJH"
KILL namBer1$ + ".DJG" : KILL namBer1$ + ".DJM"

```

```

^*****
^* Program Gabungan Kolom dan *
^* Balok (Beton) *
^*****
OPEN namaBerkas1$ + ".DOK" FOR INPUT AS #1
INPUT #1, TinggiBangunan, Bentang, LebarBangunan, JumlahJoin,
      JumlahElemen, PanjangBangunan, WilayahGempa, JenisTanah$,
      K, I, Fc, Fy, Interasi, FRBH
CLOSE #1
CALL GARISATAS
CALL KOTAK(2, 1, 23, 80)
LOCATE 1, 15:PRINT "<<< DATA PERANCANGAN PORTAL (Balok dan Kolom)
>>>"
DesainPortal:
LOCATE 4, 30: PRINT "DATA BALOK"
LOCATE 5, 18: INPUT "Diameter Tul. Pokok Desak      =      mm";Tk
LOCATE 6, 18: INPUT "Diameter Tul. Pokok Tarik      =      mm";Tr
LOCATE 7, 18: INPUT "Diameter Tul. Sengkang          =      mm";Ts
LOCATE 8, 18: INPUT "Perbandingan d/b                =      ";Q
LOCATE 10, 30: PRINT "DATA KOLOM"
LOCATE 11, 18: INPUT "Diameter Tul. Pokok          =      mm";Tp
LOCATE 12, 18: INPUT "Diameter Tul. Sengkang          =      mm";Ts1
LOCATE 13, 18: INPUT "Ratio Penulangan Total Pkolom =      %";Pk
LOCATE 15, 18: INPUT "Selimut Beton                  =      cm";Sel
BD = .5
Tr = Tr / 10: Tk = Tk / 10: Ts = Ts / 10      ^ Konversi ke cm
TP = TP / 10: Tsk = Tsk / 10                  ^Konversi ke cm
^*****
^* Perhitungan *
OPEN namaBerkas1$ + ".MAK" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
INPUT #2, J1, J2, MKH#(J1, J2), MKM#(J1, J2), MKG#(J1, J2),
      MK1#(J1, J2), MK2#(J1, J2), MK3#(J1, J2), MK4#(J1, J2)
MK#(J1, J2) = MK4#(J1, J2)
LOOP
CLOSE #2

```

Lampiran Desain Portal 2

```

OPEN namaBerkas1$ + ".DML" FOR INPUT AS #3
DO UNTIL EOF(3)
INPUT #3, Elemen, MLH(Elemen), MLM(Elemen), MLG(Elemen),
      ML1(Elemen), ML2(Elemen), ML3(Elemen), ML4(Elemen)
ML(Elemen) = ML4(Elemen)
LOOP
CLOSE #3
OPEN namaBerkas1$ + ".VTJ" FOR INPUT AS #2
DO UNTIL EOF(2)
INPUT #2, Elemen, J, VH(J), VM(J), VG(J), VT(J), VTaH(Elemen, J),
      VTaM(Elemen, J), VTaG(Elemen, J), VTa1(Elemen, J),
      VTa2(Elemen, J), VTa3(Elemen, J), VTa4(Elemen, J)
LOOP
CLOSE #2
^*****
^* Perhitungan Balok dan Kolom *
^*****
OPEN namaBerkas1$ + ".DAT" FOR INPUT AS #1
OPEN namaBerkas1$ + ".BTN" FOR OUTPUT AS #2
OPEN namaBerkas1$ + ".BLN" FOR OUTPUT AS #3
LOCATE 18, 5: PRINT "Proses Perhitungan Elemen Balok dan Kolom"
DO UNTIL EOF(1)
INPUT #1, T, Elemen, JenisElemen$, J1, J2, KR(Elemen), L(Elemen),
      LB(Elemen), TG(Elemen), BH(Elemen), BM(Elemen)
Lebar = LB(Elemen): Tinggi = TG(Elemen)           ^cm
Panjang = L(Elemen): Eln = Elemen
IF JenisElemen$ = "K" THEN PK = Panjang * 100: Pu = VT(J2)
IF JenisElemen$ = "B" THEN
      M1 = ABS(MK#(J1, J2))
      M2 = ABS(MK#(J2, J1))
      IF M1 <= M2 THEN
            Mr = M2
      ELSE
            Mr = M1
      END IF
      Mr = Mr * 100           ^kg.cm
CALL Dimensi(Mr, Fc, Fy, Q, OP)

```

```

CALL Desrangkap(Fst, B1, P1, bs, ds, Pb, Pmin, Rn, a, Mn,
    Fc, Fy, Q, SelBeton, Tr, Tk, Ts)
IF Jenis$ = "Tulangan Sebelah" THEN
    TP1 = Tr * 10: TP2 = 0: Ts1 = Ts * 10: N1 = nr: N2 = 2
    MPU = Mr: MP = Mu: a$ = Jenis$: c$ = "": ZTek = Lr
    ZTar = x: JumLapTek = TpLr: JumLapTar = 0: Lebar = b
    Tinggi = h
    JE$(Eln)=JenisElemen$:Lbr(Eln)=Lebar:Tgi(Eln) = Tinggi
    MPUr(Eln) = MPU: MPr(Eln) = MP:Pjg(Eln) = Panjang
    TP1r(Eln) = TP1: TP2r(Eln) = TP2: Ts1r(Eln) = Ts1
    N1r(Eln)=N1:N2r(Eln) = N2: ar$(Eln) = a$: b$(Eln) = b$
    Cr$(Eln) = c$: Sbt(Eln) = SelBeton: ZTekr(Eln) = ZTek
    Ztar(Eln) = ZTar: JLTek(Eln) = JumLapTek
    JLTar(Eln) = JumLapTar
WRITE #2, Eln, JE$(Eln), Lbr(Eln), Tgi(Eln), Pjg(Eln), TP1r(Eln),
    TP2r(Eln), Ts1r(Eln), N1r(Eln), N2r(Eln), MPUr(Eln),
    MPr(Eln), ar$(Eln), b$(Eln), Cr$(Eln), Sbt(Eln),
    ZTekr(Eln), Ztar(Eln), JLTek(Eln), JLTar(Eln)
TP1= 0: TP2 = 0: Ts1 = 0: N1 = 0: N2 = 0: MPU = 0: MP = 0: a$ = ""
c$ = "": b$ = "": ZTek = 0: ZTar = 0: JumLapTek = 0: JumLapTar = 0
ELSE
    TP1 = Tr * 10: TP2 = Tk * 10: Ts1 = Ts * 10: N1 = nr
    N2 = nt: MPU = Mr: MP = Mu: a$ = Jenis$: c$ = Tul$
    Lebar=b:Tinggi=h:ZTek=Lt:ZTar = Lr: JumLapTek = TpLt
    JumLapTar = TpLr: Eln = Elemen
    JE$(Eln)=JenisElemen$:Lbr(Eln)=Lebar:Tgi(Eln) = Tinggi
    MPUr(Eln) = MPU: MPr(Eln) = MP:Pjg(Eln) = Panjang
    TP1r(Eln) = TP1: TP2r(Eln) = TP2: Ts1r(Eln) = Ts1
    N1r(Eln)=N1:N2r(Eln) = N2: ar$(Eln) = a$: b$(Eln) = b$
    Cr$(Eln) = c$: Sbt(Eln) = SelBeton: ZTekr(Eln) = ZTek
    Ztar(Eln) = ZTar: JLTek(Eln) = JumLapTek
    JLTar(Eln) = JumLapTar
WRITE #2, Eln, JE$(Eln), Lbr(Eln), Tgi(Eln), Pjg(Eln), TP1r(Eln),
    TP2r(Eln), Ts1r(Eln), N1r(Eln), N2r(Eln), MPUr(Eln),
    MPr(Eln), ar$(Eln), b$(Eln), Cr$(Eln), Sbt(Eln),
    ZTekr(Eln), Ztar(Eln), JLTek(Eln), JLTar(Eln)
TP1= 0: TP2 = 0: Ts1 = 0: N1 = 0: N2 = 0: MPU = 0: MP = 0: a$ = ""

```

```

c$ = "": b$ = ""
  END IF
  ***** Perhitungan tulangan Lapangan *****
  M1 = ABS(ML(Elemen))
  M2 = ABS(ML(Elemen))
  IF M1 <= M2 THEN
    Mr = M2
  ELSE
    Mr = M1
  END IF
  Mr = Mr * 100          kg.cm
  Mn = Mr / .8
CALL Desrangkap(Fst, B1, P1, bs, ds, Pb, Pmin, Rn, a, Mn, Fc, Fy,
  Q, SelBeton, Tr, Tk, Ts)
  IF Jenis$ = "Tulangan Sebelah" THEN
    TP1 = Tr * 10: TP2 = 0: Ts1 = Ts * 10: N1 = nr: N2 = 2
    MPU = Mr: MP = Mu: a$ = Jenis$: c$ = "": ZTek = Lr
    ZTar = x: JumLapTek = TpLr: JumLapTar = 0: Lebar = b
    Tinggi = h
    JE$(Eln)=JenisElemen$:Lbr(Eln)=Lebar:Tgi(Eln) = Tinggi
    MPUr(Eln) = MPU: MPr(Eln) = MP:Pjg(Eln) = Panjang
    TP1r(Eln) = TP1: TP2r(Eln) = TP2: Ts1r(Eln) = Ts1
    N1r(Eln)=N1:N2r(Eln) = N2: ar$(Eln) = a$: b$(Eln) = b$
    Cr$(Eln) = c$: Sbt(Eln) = SelBeton: ZTekr(Eln) = ZTek
    Ztar(Eln) = ZTar: JLTek(Eln) = JumLapTek
    JLTar(Eln) = JumLapTar
  WRITE #3, Eln, JE$(Eln), Lbr(Eln), Tgi(Eln), Pjg(Eln), TP1r(Eln),
    TP2r(Eln), Ts1r(Eln), N1r(Eln), N2r(Eln), MPUr(Eln),
    MPr(Eln), ar$(Eln), b$(Eln), Cr$(Eln), Sbt(Eln),
    ZTekr(Eln), Ztar(Eln), JLTek(Eln), JLTar(Eln)
  TP1= 0: TP2 = 0: Ts1 = 0: N1 = 0: N2 = 0: MPU = 0: MP = 0: a$ = ""
  c$ = "": b$ = "": ZTek = 0: ZTar = 0: JumLapTek = 0: JumLapTar = 0
  ELSE
    TP1 = Tr * 10: TP2 = Tk * 10: Ts1 = Ts * 10: N1 = nr
    N2 = nt: MPU = Mr: MP = Mu: a$ = Jenis$: c$ = Tul$
    Lebar=b:Tinggi=h:ZTek=Lt:ZTar = Lr: JumLapTek = TpLt
    JumLapTar = TpLr: Eln = Elemen

```

```

JE$(Eln)=JenisElemen$:Lbr(Eln)=Lebar:Tgi(Eln) = Tinggi
MPUr(Eln) = MPU: MPr(Eln) = MP:Pjg(Eln) = Panjang
TP1r(Eln) = TP1: TP2r(Eln) = TP2: Ts1r(Eln) = Ts1
N1r(Eln)=N1:N2r(Eln) = N2: ar$(Eln) = a$: b$(Eln) = b$
Cr$(Eln) = c$: Sbt(Eln) = SelBeton: ZTekr(Eln) = ZTek
Ztar(Eln) = ZTar: JLTek(Eln) = JumLapTek
JLTar(Eln) = JumLapTar
WRITE #3, Eln, JE$(Eln), Lbr(Eln), Tgi(Eln), Pjg(Eln), TP1r(Eln),
TP2r(Eln), Ts1r(Eln), N1r(Eln), N2r(Eln), MPUr(Eln),
MPr(Eln), ar$(Eln), b$(Eln), Cr$(Eln), Sbt(Eln),
ZTekr(Eln), Ztar(Eln), JLTek(Eln), JLTar(Eln)
TP1= 0: TP2 = 0: Ts1 = 0: N1 = 0: N2 = 0: MPU = 0: MP = 0: a$ = ""
c$ = "": b$ = ""
END IF
ELSE
MU1 = ABS(MK1#(J1, J2) * 100) `Kg.cm
MU2 = ABS(MK1#(J2, J1) * 100) `Kg.cm
CALL Kolom(Pu, PK, Lebar, Tinggi, MU1, MU2, Fc, Fy, TP, Tsk, RPT,
SelBeton, BD)
TP1=TP * 10: TP2 = 0: Ts1 = Tsk * 10: N2 = 0: MPU = Pu
MP = P: a$ = K$: b$ = Ks$: c$ = "": ZTek = 0: ZTar = 0
JumLapTek = 0: JumLapTar = 0:JE$(Eln) = JenisElemen$
Lbr(Eln) = Lebar: Tgi(Eln) = Tinggi: MPUr(Eln) = MPU
MPr(Eln) = MP: Eln = Elemen:Pjg(Eln) = Panjang
TP1r(Eln) = TP1: TP2r(Eln) = TP2: Ts1r(Eln) = Ts1
N1r(Eln)=N1:N2r(Eln) = N2: ar$(Eln) = a$: b$(Eln) = b$
Cr$(Eln) = c$: Sbt(Eln) = SelBeton: ZTekr(Eln) = ZTek
Ztarr(Eln) = ZTar: JLTek(Eln) = JumLapTek
JLTar(Eln) = JumLapTar
WRITE #2, Eln, JE$(Eln), Lbr(Eln), Tgi(Eln), Pjg(Eln), TP1r(Eln),
TP2r(Eln), Ts1r(Eln), N1r(Eln), N2r(Eln), MPUr(Eln),
MPr(Eln), ar$(Eln), b$(Eln), Cr$(Eln), Sbt(Eln),
ZTekr(Eln), Ztarr(Eln), JLTek(Eln), JLTar(Eln)
TP1=0: TP2 = 0: Ts1 = 0: N2 = 0: MPU = 0: MP = 0: a$ = "": b$ = ""
c$ = "": ZTek = 0: ZTar = 0: JumLapTek = 0: JumLapTar = 0
END IF
LOOP:CLOSE

```

```

WHILE INKEY$ = ""
    LOCATE 22, 3: COLOR 30: PRINT "PROSES TELAH SELESAI"
    SOUND 987, 2: SOUND 329, 2
WEND
END

DEFSNG C, I-K, P, X-Y
SUB CariFst (Fsta, T, B1, b, Fc, SelBeton, As2) STATIC
    SHARED Fst, a
    Fstlagi:
        Fst = Fsta
        Cs = As2 * (Fst - (.85 * Fc * 10))
        a = (T - Cs) / (.85 * Fc * b * 10)
        c = a / B1
        Est = ((c - SelBeton) / c) * .003
        Fst1 = Est * 200000 * 10
        IF FIX(Fst1 / 10) <> FIX(Fst / 10) THEN
            IF Fst1 > Fst THEN
                Fsta = Fst1 - .1
            ELSE
                Fsta = Fst1 + .1
            END IF
            GOTO Fstlagi
        END IF
        Fst = Fst1 / 10
    END SUB

SUB Desrangkap (Fst, B1, P1, bs, ds, Pb, Pmin, Rn, a, Mn, Fc, Fy,
    Q, SelBeton, Tr, Tk, Ts) STATIC
    SHARED Mu, Jenis$, b, h, nt, nr, TpLt, TpLr, Lr, Lt, x

    Desain:
        b = bs: d = ds
        c = (600 / (600 + Fy)) * d
        a = c * B1
        As1 = P1 * b * d
        Mn1 = (As1 * Fy * 10) * (d - a / 2)

```

```

IF Mn1 < Mn THEN
    GOSUB TulanganRangkap
ELSE
    GOSUB TulanganSebelah
END IF
GOTO Akhir           ` selesai niyee...

`*****
`* Desain Tulangan Rangkap *
`*****
TulanganRangkap:
Jenis$ = "Tulangan Rangkap"
Mn2 = Mn - Mn1
As2 = Mn2 / (Fy * 10 * (d - SelBeton))
Asr = As1 + As2
T = Asr * Fy * 10
`*****
`* Chek Regangan *
`*****
Fst = Fy
Fsr = Fy
Ey = Fy / 200000
Est = ((c - SelBeton) / c) * .003
Esr = ((d - c) / c) * .003
IF Esr < Ey THEN
    Fsr = Esr * 200000
    T = Asr * Fsr
END IF
IF Est < Ey THEN
    Fsta = Est * 200000 * 10
    As2 = AsTt
    CALL CariFst(Fsta, T, B1, b, Fc, SelBeton, As2)
END IF
`*****
`* Menghitung Jumlah Tulangan Rangkap *
`*****
nt = As2 / (22 / 7 * (Tk / 2) ^ 2)
nr = Asr / (22 / 7 * (Tr / 2) ^ 2)

```



```

nt = FIX(nt) + 1
nr = FIX(nr) + 1
IF nt < 2 THEN nt = 2
IF nr < 2 THEN nr = 2
AsTp = nt * 22 / 7 * (Tk / 2) ^ 2
AsRp = nr * 22 / 7 * (Tr / 2) ^ 2
IF Tk > 2.5 THEN Y = Tk ELSE Y = 2.5
TpLt = (b - (2 * SelBeton + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tk)
TpLt = FIX(TpLt)
IF TpLt = 0 THEN TpLt = 2
Lt = nt / TpLt
IF Lt <> FIX(Lt) THEN Lt = FIX(Lt) + 1
IF Tr > 2.5 THEN Y = Tr ELSE Y = 2.5
TpLr = (b - (2 * SelBeton + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tr)
TpLr = FIX(TpLr)
IF TpLr = 0 THEN TpLr = 2
Lr = nr / TpLr
Sr = FIX(Lr)
IF Lr <> FIX(Lr) THEN Lr = FIX(Lr) + 1
s = ((Lr - 1) * 2.5 + Lr * Tr) / 2
h = d + SelBeton + Ts + s
h = FIX(FIX(h) / 5)
h = h * 5
~*****
~* Hitungan momen nominal *
~*****
      T = AsRp * Fsr * 10
      Cs = AsTp * (Fst - .85 * Fc) * 10
      a = (T - Cs) / (.85 * Fc * 10 * b)
      Cc = .85 * Fc * b * a * 10
      Mu = .8 * (Cc * (d - a / 2) + (Cs * (d - SelBeton)))
~*****
~* Cheking Rasio Tulangan *
~*****
Pc = AsTp / (b * d)
Pmak = .75 * Pb
IF Pc > Pmak THEN

```

```

OP = OP - .1
GOSUB DesainLagi
END IF
RETURN
^*****
^* Desain Tulangan Sebelah *
^*****
TulanganSebelah:
    Jenis$ = "Tulangan Sebelah"
    IF (d - SelBeton) < b THEN d = b
    ^*****
    Rnbaru = Mn / (b * d ^ 2)
    Pbaru = P1 * (Rnbaru / Rn)
    IF Pbaru > (.75 * Pb) THEN
        OP = OP - .1
        GOSUB DesainLagi
    END IF
    Asr = Pbaru * b * d
    nr = Asr / (22 / 7 * ((Tr / 2) ^ 2))
    nr = FIX(nr) + 1
    IF nr < 2 THEN nr = 2
    AsTr = nr * (22 / 7) * (Tr / 2) ^ 2
    x = (b - (2 * SelBeton + 2 * Ts + nr * Tr)) / (nr - 1)
    IF (x <= Tr) OR (x <= 2.5) THEN
        IF Tr > 2.5 THEN Y = Tr ELSE Y = 2.5
        TpLr = (b - (2 * SelBeton + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tr)
        TpLr = FIX(TpLr)
        IF TpLr = 0 THEN TpLr = 2
        Lr = nr / TpLr
        IF Lr <> FIX(Lr) THEN Lr = FIX(Lr) + 1
        s = ((Lr - 1) * 2.5 + Lr * Tr) / 2
        h = d + SelBeton + Ts + s
        h = FIX(FIX(h) / 5)
        h = h * 5
    END IF
    ^*****
    ^* Chek regangan tarik *

```

```

^*****
Aa = (AsTr * Fy * 10) / (.85 * Fc * b * 10)
c = Aa / B1
Fsr = Fy
Ey = Fy / 200000
Esr = ((d - c) / c) * .003
IF Esr < Ey THEN Fsr = Esr * 200000
Mu = .8 * AsTr * Fsr * 10 * (d - Aa / 2)

RETURN
DesainLagi:
    CALL Dimensi(Mn, Fc, Fy, Q, OP)
    GOTO Desain

RETURN
Akhir:
END SUB

SUB Dimensi (Mr, Fc, Fy, Q, OP) STATIC
SHARED Mn, B1, P1, bs, ds, Pb, Pmin, Rn
    Mn = Mr / .8
    ^*****
    IF Fc <= 30 THEN
        B1 = .85
    ELSEIF Fc >= 55 THEN
        B1 = .65
    ELSE
        B1 = .85 - (Fc - 30) * .008
    END IF
    ^*****
    OP = .6
    Pb = ((.85 * Fc * B1) / Fy) * (600 / (600 + Fy))
    Pmin = 1.4 / Fy
    P1 = OP * Pb
    IF P1 < Pmin THEN P1 = Pmin
    ^*****
    ^* Asumsi awal tulangan tarik dan desak leleh *
    ^* Fst = Fy dan Fsr = Fy *
    ^*****

```

```

m = Fy / (.85 * Fc)
Rn = P1 * Fy * 10 * (1 - (.5 * P1 * m))
bs = (Mn / (Rn * Q)) ^ (1 / 3)
bs = FIX((FIX(bs) / 5))
bs = bs * 5
ds = Q * bs
ds = ds - 10

END SUB
SUB Kolom (Pu, PK, Lebar, Tinggi, MU1, MU2, Fc, Fy, TP, Tsk, RPT,
          SelBeton, BD) STATIC
SHARED NTar, NTek, Keter$, K$, N1, Ks$, P
  IF Fc <= 30 THEN
    B1 = .85
  ELSEIF Fc >= 55 THEN
    B1 = .65
  ELSE
    B1 = .85 - (Fc - 30) * .008
  END IF
  ^*****
  FPE = .5
  ^*****
  IF MU1 < MU2 THEN
    Mu = MU2
  ELSE
    Mu = MU1
  END IF
  e = Mu / Pu           ^ cm
  Kelangsingan = FPE * PK / (.3 * Tinggi)
  AG = Lebar * Tinggi   ^ cm^2
  PTar = .5 * RPT / 100   ^Ratio Tarik
  Aasumsi = Lebar * (Tinggi - SelBeton) * PTar
  N1 = Aasumsi / (22 / 7 * (TP / 2) ^ 2)
  N1 = FIX(N1) + 1
  NTek = N1: NTar = N1
  Aspakai = N1 * 22 / 7 * (TP / 2) ^ 2   ^cm^2
  IF Kelangsingan < 22 THEN GOTO KolomPendek
  ^*****

```

```

`* KolomLangsing *
`*****
Ec = 4.7E+08 * SQR(Fc)
IG = 1 / 12 * Lebar * Tinggi ^ 3           `cm^4
IF RPT / 100 <= .03 THEN
    EI = Ec * IG / (2.5 * (1 + BD))       `kg.cm^2
ELSE
    Itul = 2 * Aspakai * (Tinggi / 2 - SelBeton) ^ 2
    EI=((1 / 5 * Ec * IG) + ME * 10 * Itul) / (1 + BD)
END IF
Pc = ((22 / 7) ^ 2 * EI) / (FPE * PK) ^ 2
cm = 1
Sb = cm / (1 - (Pu / (.65 * Pc)))
Mc = Sb * Mu           `kg.cm
e = Mc / Pu           `cm
emin = (15 + (.03 * Tinggi * 10)) / 10
IF e <= emin THEN e = emin

KolomPendek:
`*****
`* Kolom Pendek *
`*****
d = Tinggi - SelBeton
Cb = d * 600 / (Fy + 600)           `cm
ab = B1 * Cb
Ftek = 600 * 10 * (Cb - SelBeton) / Cb           `kg/cm^2
Ftar = Fy * 10           `kg/cm^2
IF Ftek >= (Fy * 10) THEN Ftek = Fy * 10
Pnb = (.85 * Fc * 10 * Lebar * ab) + (Aspakai * Ftek) - (Aspakai
    * Ftar)
Mnb = (.85 * Fc * 10 * Lebar * ab * (Tinggi / 2 - ab / 2))
    + (Aspakai * Ftek * (Tinggi / 2 - SelBeton)) + (Aspakai
    * Ftar * (d - Tinggi / 2))           `kg.cm
eb = Mnb / Pnb
IF e > eb THEN
    `*****
    `* Keruntuhan Tarik *
    `*****

```

```

Ks$ = " Keruntuhan Tarik"
IF Ftek < (Fy * 10) THEN
    GOTO CobaCoba
ELSE
    Ppakai = Aspakai / (Lebar * d)
    m = Fy / (.85 * Fc)
    Pn = .85 * Fc * 10 * Lebar * d * ((Tinggi - 2 * e)
        / (2 * d) - 2*e) / (2 * d) ^ 2 + 2 * m
        * Ppakai * (1 - SelBeton / d))
    a = Pn / (.85 * Fc * 10 * Lebar)      'cm
    c = a / B1
    Ftek = 600 * 10 * (c - SelBeton) / c
    IF Ftek < (Fy * 10) THEN
        GOTO CobaCoba
    ELSE
        GOTO Lanjut
    END IF
END IF
ELSE
    *****
    * Keruntuhan Tekan *
    *****
    Ks$ = " Keruntuhan Tekan"
    IF Ftek < (Fy * 10) THEN      'di Nawy 327
        GOTO CobaCoba
    ELSE
        Pn = (Aspakai * Fy * 10 / (e / (d - SelBeton)
            + .5)) + (Lebar * Tinggi * Fc * 10 / (3
            * Tinggi * e / d ^ 2 + 1.18))
        GOTO Lanjut
    END IF
END IF
END
*****
* Prosedur Coba-Coba *
*****

```

CobaCoba:

LOCATE 22, 45: COLOR 30: PRINT "Proses Prosedur Coba-coba"

COLOR 7

Ulang:

$a = B1 * Cb$

$Ftek = 600 * 10 * (Cb - SelBeton) / Cb$ $^{\text{KG/CM}^2}$

$Ftar = 600 * 10 * (d - Cb) / Cb$ $^{\text{Kg/cm}^2}$

IF $Ftek > (Fy * 10)$ THEN $Ftek = Fy * 10$

IF $Ftar > (Fy * 10)$ THEN $Ftar = Fy * 10$

$Pn = (.85 * Fc * 10 * Lebar * a) + (Aspakai * Ftek) - (Aspakai * Ftar)$

$Mn = (.85 * Fc * 10 * Lebar * a * (Tinggi / 2 - a / 2)) + (Aspakai * Ftek * (Tinggi / 2 - SelBeton)) + (Aspakai * Ftar * (d - Tinggi / 2))$

$ecoba = Mn / Pn$

$Sel = ABS((e - ecoba) / e)$

IF $ecoba > e$ THEN

$Cb = Cb + .001$

ELSE

$Cb = Cb - .001$

END IF

IF $Sel > .01$ THEN

GOTO Ulang

END IF

^*****

^* Perhitungan Lanjutan *

^*****

Lanjut:

$AF = .1 * AG * Fc * 10$

IF $Pn > AF$ THEN

$FakReduksi = .65$

ELSE

$FakReduksi = .8 - (.2 * .65 * Pn / AF)$

END IF

$P = FakReduksi * Pn$

IF $P > Pu$ THEN

IF $ABS((P - Pu) / Pu) > .05$ THEN

```
        K$ = "Aman Tapi Boros":Keter$ = "AB"  
ELSE  
        K$ = "Aman":Keter$ = "A"  
END IF  
ELSE  
        Keter$ = "TA":K$ = "Tidak Aman"  
END IF  
END SUB
```


**LIST PROGRAM
PERHITUNGAN BALOK (DESAIN)**

```

DesainBalok:
PRINT "<<< DATA PERANCANGAN BALOK >>>"
PRINT "DESAIN UNTUK SATU BALOK"
PRINT "1. Mutu Bahan"
INPUT "  Kuat Desak Beton      = ; Fc; "      Mpa"
INPUT "  Kuat Tarik Baja      = ; Fy; "      Mpa"
PRINT "2. Momen Rencana      = ; Mr; "      Kg.m"
PRINT "3. Rencana Tampang"
INPUT "  Selimut Beton        = ; SelBet ;"cm"
INPUT "  Perbandingan d/b     = ; Q
PRINT "4. Diameter Tulangan"
INPUT "  Pokok Desak          = ; Tk;"      mm"
INPUT "  Pokok Tarik          = ; Tr;"      mm"
INPUT "  Sengkang             = ; Ts;"      mm"
PRINT "Apakah Data sudah benar (T/Y) "
LagiDesain:
ADd$ = INPUT$(1)
IF ADd$ = "T" OR ADd$ = "t" THEN
    GOTO DesainBalok
ELSEIF ADd$ = "Y" OR ADd$ = "y" THEN
    GOTO TerusDesain
ELSE
    GOTO LagiDesain
END IF
TerusDesain:
Mr = Mr * 100: Tk = Tk / 10: Tr = Tr / 10: Ts = Ts / 10
CALL Desrangkap(Fst, a, Mr, Fc, Fy, Q, SelBet, Tr, Tk,
Ts)
IF Jenis$ = "Tulangan Sebelah" THEN
    CALL HasilSebelah(Jenis$, x, b, h, Ts, Tr, nr, Lr,
TpLr, Mr, Mu, SelBet)
ELSE
    CALL HasilRangkap(Jenis$, h, b, Ts, Tr, Tk, nt,
nr, Lt, Lr, TpLt, TpLr, Mr, Mu, SelBet)
END IF
PRINT "D"; : COLOR 0: PRINT "esain Ulang"
PRINT "C"; : COLOR 0: PRINT "etak"

```

```

PRINT "S"; : COLOR 0: PRINT "elesai"
PilihB:
DO
    DU$ = INKEY$
LOOP UNTIL DU$ <> ""
IF DU$ = "D" OR DU$ = "d" THEN
    GOTO DesainBalok
ELSEIF DU$ = "e" OR DU$ = "C" THEN
    IF Jenis$ = "Tulangan Sebelah" THEN
        CALL PrintSebelah(Fc, Fy, Jenis$, x, b, h,
            Ts, Tr, nr, Lr, TpLr, Mr, Mu, SelBet)
    ELSE
        CALL PrintRangkap(Fc, Fy, Jenis$, x, b, h, Ts,
            Tr, Tk, nt, nr, Lr, TpLr, TpLt, Mr, Mu, SelBet)
    END IF
    GOTO PilihB
ELSEIF DU$ = "s" OR DU$ = "S" THEN
    GOTO StartBeton
ELSE
    GOTO PilihB
END IF
*****
* Program Perhitungan Tulangan Rangkap *
*****
SUB Desrangkap (Fst, a, Mr, Fc, Fy, Q, SelBet, Tr, Tk,
    Ts) STATIC
    SHARED Mu, Jenis$, b, h, nt, nr, TpLt, TpLr, Lr, Lt, x
    Mn = Mr / .8
    IF Fc <= 30 THEN
        B1 = .85
    ELSEIF Fc >= 55 THEN
        B1 = .65
    ELSE
        B1 = .85 - (Fc - 30) * .008
    END IF
    OPr = 6
    Fb = ((.85 + Fc * B1) / Fy) * (600 / (600 + Fy))
    Fmin = 1.4 / Fy
    Desainlagi:
    F1 = OPr * Fb

```

Lampiran Desain Balok 3

```

IF P1 < Pmin THEN P1 = Pmin
*****
* Asumsi awal tulangan tarik dan desak leleh *
* Fst = Fy dan Fsr = Fy *
*****
m = Fy / (.85 * Fc)
Rn = P1 * Fy * 10 * (1 - (.5 + P1 * m))
b = (Mn / (Rn * Q)) ^ (1 / 3)
d = Q * b : b = FIX(b) + 1 : d = FIX(d) - 8
e = (600 / (600 + Fy)) * d : a = e * B1
As1 = P1 * b * d : Mn1 = (As1 * Fy * 10) * (d - a / 2)
IF Mn1 < Mn THEN
    GOSUB TulanganRangkap
ELSE
    GOSUB TulanganSebelah
END IF
GOTO Akhir
*****
* Desain Tulangan Rangkap *
*****
TulanganRangkap:
Jenis$ = "Tulangan Rangkap" : Mn2 = Mn - Mn1
As2 = Mn2 / (Fy * 10 * (d - SelBet))
Asr = As1 + As2 : T = Asr * Fy * 10
*****
* Chek Regangan *
*****
Fst = Fy : Fsr = Fy : Ey = Fy / 200000
Est = ((c - SelBet) / e) * .003
Esr = ((d - e) / e) * .003
IF Esr < Ey THEN
    Fsr = Esr * 200000 : T = Asr * Fsr
END IF
IF Est < Ey THEN
    Fsta = Est * 200000 * 10 : As2 = Asr * T
    CALL CariFst(Fsta, T, B1, b, Fc, SelBet, As2)
END IF
*****
* Menghitung Jumlah Tulangan Rangkap *
*****

```

Lampiran Desain Balok 4

```

nt = AsZ / (22 / 7 * (Tk / 2) ^ 2)
nr = Asr / (22 / 7 * (Tr / 2) ^ 2)
nt = FIX(nt) + 1 : nr = FIX(nr) + 1
IF nt < 2 THEN nt = 2 : IF nr < 2 THEN nr = 2
AsTp = nt * 22 / 7 * (Tk / 2) ^ 2
AsRp = nr * 22 / 7 * (Tr / 2) ^ 2
IF Tk > 2.5 THEN Y = Tk ELSE Y = 2.5
TpLt = (b - (2 * SelBet + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tk)
TpLt = FIX(TpLt) : IF TpLt = 0 THEN TpLt = 2
Lt = nt / TpLt : IF Lt <> FIX(Lt) THEN Lt = FIX(Lt) + 1
IF Tr > 2.5 THEN Y = Tr ELSE Y = 2.5
TpLr = (b - (2 * SelBet + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tr)
TpLr = FIX(TpLr) : IF TpLr = 0 THEN TpLr = 2
Lr = nr / TpLr : Sr = FIX(Lr)
IF Lr <> FIX(Lr) THEN Lr = FIX(Lr) + 1
s = ((Lr - 1) * 2.5 + Lr * Tr) / 2
h = d + SelBet + Ts + s
IF h <> FIX(h) THEN h = FIX(h) + 1
*****
* Hitungan momen nominal *
*****
T = AsRp * Fsr * 10 : Cs = AsTp * (Fst - .85 * Fc) * 10
a = (T - Cs) / (.85 * Fc * 10 * b)
Cc = .85 * Fc * b * a * 10
Mu = .8 * (Cc * (d - a / 2) + (Cs * (d - SelBet)))
*****
* Cheking Rasio Tulangan *
*****
Pe = AsTp / (b * d) : Pmak = .75 * Pb
IF Pe > Pmak THEN
    OL = .1 : OP = OP - OL
    GOTO DesainLagi
END IF
RETURN
*****
* Desain Tulangan Sebelah *
*****
TulanganSebelah:
Jenis$ = "Tulangan Sebelah"
IF (d - SelBet) < b THEN d = b

```

Lampiran Desain Balok 5

```

Rnbaru = Mn / (b * d ^ 2) : Pbaru = P1 * (Rnbaru / Rn)
IF Pbaru > (.75 * Pb) THEN
    OP = OP - 1
    GOTO DesainLagi
END IF
Asr = Pbaru * b * d
nr = Asr / (22 / 7 * ((Tr / 2) ^ 2))
nr = FIX(nr) + 1 : IF nr < 2 THEN nr = 2
AsTr = nr * (22 / 7) * (Tr / 2) ^ 2
x = (b - (2 * SelBet + 2 * Ts + nr * Tr)) / (nr - 1)
IF (x <= Tr) OR (x <= 2.5) THEN
    IF Tr > 2.5 THEN Y = Tr ELSE Y = 2.5
    TpLr = (b - (2 * SelBet + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tr)
    TpLr = FIX(TpLr) : IF TpLr = 0 THEN TpLr = 2
    Lr = nr / TpLr
    IF Lr <> FIX(Lr) THEN Lr = FIX(Lr) + 1
    s = ((Lr - 1) * 2.5 + Lr * Tr) / 2
    h = d + SelBet + Ts + s
    IF h <> FIX(h) THEN h = FIX(h) + 1
END IF
*****
* Chek regangan tarik *
*****
Aa = (AsTr * Fy * 10) / (.85 * Fc * b * 10)
e = Aa / B1 : Fsr = Fy : Ey = Fy / 200000
Esr = ((d - e) / e) * .003
IF Esr < Ey THEN Fsr = Esr * 200000
Mu = .8 * AsTr * Fsr * 10 * (d - Aa / 2)
RETURN
Akhir:
END SUB
*****
* Frint Tulangan Rangkap *
*****
SUB HasilRangkap (Jenis$, h, b, Ts, Tr, Tk, nt, nr, Lt,
Lr, TpLt, TpLr, Mr, Mu, SelBet) STATIC
PRINT "HASIL PERENCANAAN BALOK"
PRINT "Dimensi : Lebar Balok : "; b; " cm"
PRINT "                Tinggi Balok : "; h; " cm"
PRINT "                Selimut Beton : "; SelBet; " cm"

```

Lampiran Desain Balok 6

```

PRINT "Dia.Tul.Pokok   : Desak   : "; Tk * 10; " mm"
PRINT "                Tarik   : "; Tr * 10; " mm"
PRINT "Dia.Tul.Sengkang : "; Ts * 10; " mm"
PRINT "Jumlah Tulangan : Desak   : "; nt; " buah"
PRINT "                Tarik   : "; nr; " buah"
PRINT "Jumlah Lapis    : Desak   : "; Lt; " lapis"
PRINT "                Tarik   : "; Lr; " lapis"
PRINT "Jumlah Tul/lapis: Desak   : "; TpLt; " buah"
PRINT "                Tarik   : "; TpLr; " buah"
PRINT "Momen Rencana     : "; Mr / 100; " kg.m"
PRINT "Momen Kapasitas Tampang : "; Mu / 100; " kg.m"
PRINT "Balok dengan "; : COLOR 19, 9: PRINT Jenis$
END SUB

```

```

*****
* Print Tulangan Sebelah *
*****

```

```

SUB HasilSebelah (Jenis$, x, b, h, Ts, Tr, nr, Lr, TpLr, Mr, Mu, SelBet) STAT

```

```

PRINT "HASIL PERENCANAAN BALOK"
PRINT "Dimensi   : Lebar       : "; b; " cm"
PRINT "           Tinggi      : "; h; " cm"
PRINT "Selimut Beton : "; SelBet; " cm"
PRINT "Momen Rencana : "; Mr / 100; " kg.m"
PRINT "Momen Kap. Tampang : "; Mu / 100; " kg.m"
PRINT "Diameter Tul.Pokok : "; Tr * 10; " mm"
PRINT "Diameter Tul.Sengkang : "; Ts * 10; " mm"
PRINT "Jumlah Tulangan : "; nr; " buah"
PRINT "Jumlah Lapis : "; Lr; " lapis"
IF Lr = 1 THEN PRINT "Jarak Antara Tulangan : "; x; " cm"
PRINT "Balok dengan "; : COLOR 19, 9: PRINT Jenis$
END SUB

```

**LIST PROGRAM
PERHITUNGAN BALOK (ANALISA)**

```

PRINT "<<< DATA PERANCANGAN BALOK >>>"
PRINT "ANALISA UNTUK SATU BALOK"
PRINT "1. Mutu Bahan"
INPUT "Kuat Desak Beton           = "; Fc;" Mpa"
INPUT "Kuat Tarik Baja            = "; Fy;" Mpa"
PRINT "2. Dimensi Balok"
INPUT "Lebar                      = "; b;" cm"
INPUT "Tinggi                     = "; h;" cm"
INPUT "Selimut Beton              = "; SelBeton;" cm"
PRINT "3. Data Tulangan"
INPUT "Jumlah Tulangan Desak      = "; nt
INPUT "Jumlah Tulangan Tarik      = "; nr
INPUT "Diameter Tulangan Desak    = "; Tk;" mm"
INPUT "Diameter Tulangan Tarik    = "; Tr;" mm"
INPUT "Diameter Sengkang          = "; Ts;" mm"
*****
* Program Analisa Kolom *
*****
SUB AnalisaBeton (Fst, a, nt, nr, Tk, Tr, Ts, b, h, Mr, Fc, Fy,
SelBeton) STATIC : SHARED Mu
IF Fc <= 30 THEN                                     (Mpa)
    B1 = .85
ELSEIF Fc >= 55 THEN
    B1 = .65
ELSE
    B1 = .85 - (Fc - 30) * .008
END IF
AsTt = nt*22/7*(Tk/2)^2 : AsTr = nr*22/7*(Tr/2)^2
IF Tr > 2.5 THEN Y = Tr ELSE Y = 2.5
TpLr = (b - (2 * SelBeton + 2 * Ts - Y)) / (Y + Tr)
TpLr = FIX(TpLr) : IF TpLr = 0 THEN TpLr = 2
Lr = nr / TpLr : IF Lr <> FIX(Lr) THEN Lr = FIX(Lr) + 1
s = ((Lr - 1) * 2.5 + Lr * Tr) / 2 : d = h - (SelBeton + Ts + s)
Cs = AsTt * 10 * (Fy - .85 * Fc) : T = AsTr * Fy * 10
a = (T - Cs) / (.85 * 10 * Fc * b) : c = a / B1
Fst = Fy : Ey = Fy / 200000
Est = (c - SelBeton) / c * .003 : Esr = (d - c) / c * .003

```

Lampiran Analisa Balok 2

```

IF Esr < Ey THEN
    Fsr = Esr * 200000
    T = AsTr * Fsr * 10
END IF
IF Est < Ey THEN
    Fsta = Est * 200000 * 10
    As2 = AsTt
    Fstlagi:
        Fst = Fsta : Cs = As2 * (Fst - (.85 * Fc * 10))
        a = (T - Cs) / (.85 * Fc * b * 10) : c = a / B1
        Est = ((c - SelBeton) / c) * .003
        Fst1 = Est * 200000 * 10
        IF FIX(Fst1 / 10) <> FIX(Fst / 10) THEN
            IF Fst1 > Fst THEN Fsta = Fst1 - .1
            IF Fst1 <= Fst THEN Fsta = Fst1 + .1
            GOTO Fstlagi
        END IF
        Fst = Fst1 / 10
    END IF
Cs = AsTt * (Fst - .85 * Fc) * 10
a = (T - Cs) / (.85 * 10 * Fc * b)
Cc = .85 * Fc * b * a * 10
Mu = .8 * (Cc * (d - a / 2) + (Cs * (d - SelBeton)))
IF AsTt = 0 THEN Mu = .85 * T * (d - a / 2)
PRINT "Momen Tampang Nominal = "; Mu / 100; " kg.m"

```


LAMPIRAN
LIST PROGRAM PERHITUNGAN KOLOM

DesainKolom:

```

PRINT "<<< DATA PERENCANAAN KOLOM >>>"
PRINT "1. Data Bahan "
PRINT "   Kuat Tekan Beton           = ; Fc           ; "Mpa"
PRINT "   Tegangan Luluh Baja          = ; Fy           ; "Mpa"
PRINT "Data Gaya dan Momen Yang Bekerja"
PRINT "   Gaya Tekan Rencana            = ; Pu           ; "Kg"
PRINT "   Momen Ujung (1)               = ; MU1          ; "Kg.m"
PRINT "   Momen Ujung (2)               = ; MU2          ; "kg.m"
PRINT "   Ratio Perbandingan Momen      = ; BD
PRINT "3. Dimensi Kolom"
PRINT "   Lebar                          = ; Lebar        ; "cm"
PRINT "   Tinggi                         = ; Tinggi       ; "cm"
PRINT "   Panjang                        = ; PK           ; "cm"
PRINT "   Selimit Beton                  = ; SelBeton     ; "cm"
PRINT "4. Data Tulangan"
PRINT "   Dim. Tul. Pokok                = ; TP           ; "mm"
PRINT "   Dim. Tul. Sengkang             = ; Tsk          ; "mm"
PRINT "   Ratio Penulangan Total         = ; RPT          ; "%"
PRINT "Apakah Data sudah benar (T/Y) "
AD$ = INPUT$(1)
IF AD$ = "T" OR AD$ = "t" THEN GOTO DesainKolom
TP = TP / 10
Tsk = Tsk / 10
MU1 = MU1 * 100: MU2 = MU2 * 100
Me = 200000
IF Fc <= 30 THEN
    b1=0.85
ELSEIF Fc >= 55 THEN
    b1=0.65
ELSE
    B1 = .85 - (Fc - 30) * .008
END IF
FPE = .5
IF MU1 < MU2 THEN

```

```

      Mu = MU2
ELSE
      Mu = MU1
END IF
e = Mu / Fu : Kelangsingan = FPE * PK / (.3 * Tinggi)
AG = Lebar * Tinggi : PTar = .5 * RPT / 100
Aasumsi = Lebar * (Tinggi - SelBeton) * FTar
N1 = Aasumsi / (22 / 7 * (TP / 2) ^ 2)
N1 = FIX(N1) + 1 : NTek = N1: NTar = N1
Aspakai = N1 * 22 / 7 * (TP / 2) ^ 2
IF Kelangsingan < 22 THEN GOTO KolomPendek
*****
* KolomLangsing *
*****
ec = 4700 * SQR(Fc) * 10
IG = 1 / 12 * Lebar * Tinggi ^ 3
IF RPT / 100 <= .03 THEN
      EI = ec * IG / (2.5 * (1 + BD))
ELSE
      Itul = 2 * Aspakai * (Tinggi / 2 - SelBeton) ^ 2
      EI = ((1 / 5 * ec * IG) + Me * 10 * Itul) / (1 + BD)
END IF
Pc = ((22 / 7) ^ 2 * EI) / (FPE * PK) ^ 2 : cm = 1
Sb = cm / (1 - (Pu / (.65 * Pc))) : Mc = Sb * Mu
e = Mc / Pu : emin = .6 + .03 * Tinggi
IF e <= emin THEN e = emin
KolomPendek:
*****
* Kolom Pendek *
*****
D = Tinggi - SelBeton : Cb = D * .003 / ((Fy/Me) + .003)
ab = B1 * Cb : Ftek = Me * 10 * .003 * (Cb - SelBeton) / Cb
Ftar = Fy * 10
IF Ftek >= (Fy * 10) THEN FtekKP = Fy * 10
Enb = (.85 * Fc * 10 * Lebar * ab) + (Aspakai * FtekKP) - (Aspakai * Ftar)
Mnb = (.85 * Fc * 10 * Lebar * ab * (Tinggi / 2 - ab / 2)) +
(Aspakai * FtekKP * (Tinggi / 2 - SelBeton)) + (Aspakai * Ftar *
(D - Tinggi / 2))

```

```

eb = Mnb / Pnb
IF e > eb THEN
    *****
    * Keruntuhan Tarik *
    *****
    Ksf = " Keruntuhan Tarik"
    IF Ftek <= (Fy * 10) THEN
        GOTO CobaCoba
    ELSE
        Fpakai = Aspakai / (Lebar * D)
        m = Fy / (.85 * Fc)
        Fn = .85 * Fc * 10 * Lebar * D * ((Tinggi - 2 * e) /
        (2 * D) + SQR(((Tinggi - 2 * e) / (2 * D)) ^ 2 + 2 * m
        * Fpakai * (1 - SelBeton / D)))
        A = Fn / (.85 * Fc * 10 * Lebar)
        C = A / B1
        Ftek = Me * 10 * .003 * (C - SelBeton) / C
        IF Ftek <= (Fy * 10) THEN
            GOTO CobaCoba
        ELSE
            GOTO Lanjut
        END IF
    END IF
ELSE
    *****
    * Keruntuhan Tekan *
    *****
    Ksf = " Keruntuhan Tekan"
    IF Ftek < Fy * 10 THEN
        GOTO CobaCoba
    ELSE
        Fn = (Aspakai * Fy * 10 / (e / (D - SelBeton) + .5)) +
        (Lebar * Tinggi * Fc * 10 / (3 * Tinggi * e / D ^ 2 +
        1.18))
        GOTO Lanjut
    END IF
END IF
END

```

```

*****
* Prosedur Coba-Coba *
*****
CobaCoba:
Ulang:
A = B1 * Cb
Ftek = Me * 10 * .003 * (Cb - SelBeton) / Cb
Ftar = Me * 10 * .003 * (D - Cb) / Cb
IF Ftek > (Fy * 10) THEN Ftek = Fy * 10
IF Ftar > (Fy * 10) THEN Ftar = Fy * 10
Fn = (.85*Fc*10*Lebar*A) + (Aspakai*Ftek) - (Aspakai* Ftar)
Mn = (.85 * Fc * 10 * Lebar * A * (Tinggi / 2 - A / 2)) + (Aspakai
* Ftek * (Tinggi / 2 - SelBeton)) + (Aspakai * Ftar * (D - Tinggi
/ 2))
ecoba = Mn / Fn
Sel = ABS((e - ecoba) / e)
IF ecoba > e THEN
    Cb = Cb + .001
ELSE
    Cb = Cb - .001
END IF
IF Sel > .01 THEN
    GOTO Ulang
END IF
*****
* Perhitungan Lanjutan *
*****
Lanjut:
AF = .1 * AG * Fc * 10
IF Pn > AF THEN
    FakReduksi = .65
ELSE
    FakReduksi = .8 - (.2 * .65 * Pn / AF)
END IF
F = FakReduksi * Fn
IF F > Pu THEN
    IF ABS((F - Pu) / Pu) > .05 THEN
        K$ = "Aman Tapi Boros"

```

```

                Keter$ = "AB"
ELSE
                K$ = "Aman"
                Keter$ = "A"
END IF
ELSE
                Keter$ = "TA"
                K$ = "Tidok Aman"
END IF
END SUB
*****
* Analisis Ulang *
*****
CALL HasilKolom(Lebar, Tinggi, PK, N1, TP, Tsk, K$, Ks$, P, Pu)
CALL KOTAK(2, 65, 6, 79)
PRINT "D"; : COLOR 7: PRINT "esain Ulang"
PRINT "C"; : COLOR 7: PRINT "etak"
PRINT "S"; : COLOR 7: PRINT "elesai"
PilihKolom:
DO
        DK$ = INKEY$
LOOP UNTIL DK$ <> ""
IF DK$ = "D" OR DK$ = "d" THEN
        CALL KOTAK(2, 1, 23, 80)
        GOTO DesainKolom
ELSEIF DK$ = "c" OR DK$ = "C" THEN
        CALL FrintKolom(SelBeton, Fc, Fy, Lebar, Tinggi, PK, N1, TP,
        Tsk, K$, Ks$, P, Pu)
        GOTO PilihKolom
ELSEIF DK$ = "s" OR DK$ = "S" THEN
        CALL KOTAK(2, 1, 23, 80)
        CALL Awal
        GOTO startBeton
ELSE
        GOTO PilihKolom
END IF
*****
* Print Hasil *

```

```

*****
SUB HasilKolom (Lebar, Tinggi, PK, N1, TP, Tsk, K$, Ks$, P, Pu)
STATIC
CALL KOTAK(2, 1, 23, 80)
PRINT "Hasil Perhitungan kolom"
PRINT "Lebar Kolom           ="; Lebar; " cm"
PRINT "Tinggi Kolom         ="; Tinggi; " cm"
PRINT "Panjang Kolom        ="; PK; " cm"
PRINT "Dia.Tul. Pokok        ="; TP * 10; " mm"
PRINT "Dia.Tul. Sengkang     ="; Tsk * 10; " mm"
PRINT "Jumlah Total Tulangan ="; N1 * 2; " Buah"
PRINT "Gaya Vertikal Rencana ="; Pu; " Kg"
PRINT "Gaya Vertikal Kapasitas Tamp ="; P; " kg"
PRINT "Kolom dalam kondisi "; K$
PRINT "Mengalami"; Ks$
END SUB

*****
* Cetak Hasil *
*****
DEFSNG C, I-K, P, X-Y
SUB PrintKolom (SelBeton, Fc, Fy, Lebar, Tinggi, PK, N1, TP, Tsk,
K$, Ks$, P, Pu) STATIC
PRINT "Siapkan Kertas Kemudian tekan Enter untuk mencetak"
DO: LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
PRINT "Sedang Cetak"
LPRINT "Hasil Perencanaan Kolom"
LPRINT
LPRINT TAB(5); "Dimensi : Lebar           :"; Lebar; " cm"
LPRINT TAB(16); "Tinggi           :"; Tinggi; " cm"
LPRINT TAB(5); "Panjang Kolom          : "; PK; " cm"
LPRINT TAB(5); "Selimut Beton           :"; SelBeton; " cm"
LPRINT TAB(5); "Data Bahan"
LPRINT TAB(5); "Kuat Tekan Beton         :"; Fc; " Mpa"
LPRINT TAB(5); "Tegangan Luluh Baja      :"; Fy; " Mpa"
LPRINT TAB(5); "Diameter Tul Pokok       :"; TP * 10; " mm"
LPRINT TAB(5); "Diameter Tul Sengkang    :"; Tsk * 10; " mm"
LPRINT TAB(5); "Jumlah Tulangan          :"; N1 * 2; " buah"
LPRINT TAB(5); "Gaya Vertikal Rencana    :"; Pu; " kg"

```

Lampiran Kolom 7

```
LEPRINT TAB(5); "Gaya Vertikal Kapasitas Tamp:"; P; "kg"  
LEPRINT  
LEPRINT TAB(5); "Kolom dalam kondisi "; K$  
LEPRINT TAB(5); "Mengalami"; Ks$  
COLOR 7, 9  
END SUB
```

LAMPIRAN

LIST PROGRAM PERHITUNGAN PLAT

```

PRINT " << PERHITUNGAN PLAT >> "
PRINT "DATA UNTUK PERENCANAAN PLAT"
PRINT "1. Mutu Bahan"
INPUT "   Beton (Mpa)                = "; Fc
INPUT "   Baja   (Mpa)                = "; Fy
INPUT "2. Jenis Plat (Atap/Lantai) = "; JP$
INPUT "3. Beban Hidup (Kg/m^2)      = "; BHidup
INPUT "4. Panjang Plat (m)           = "; L1
INPUT "5. Lebar Plat (m)             = "; L2
PRINT "6. Plat yang ditinjau berada pada : "
INPUT "   Bentang Ke                    = "; BK
INPUT "   Jumlah Bentang                 = "; JB
PRINT "7. Jenis Tumpuan Luar"
PRINT "   Pendukung Balok Spandrel"
PRINT "   Pendukung adalah Kolom"
INPUT "Pilih (1/2) = "
PRINT "8. Penulangan"
INPUT "   Diameter Tul Pokok (mm) = "; DTP
INPUT "   Diameter Tul Pembagi/Susut(mm) = "; DTS
*****
* Perhitungan *
*****
IF JP$ = "L" THEN
    BPlat = H / 1000 * 2400 : BLantai = .02 * 2400
    BSpasi = .02 * 2100 : BMati = BPlat + BLantai + BSpasi
    BTot = 1.2 * BMati + 1.6 * BHidup : SelBeton = 20
ELSE
    BPlat = H / 1000 * 2400 : BAir = .05 * 1000
    BMati = BPlat + BAir : BHidup = 200
    BTot = 1.2 * BMati + 1.6 * BHidup : SelBeton = 40
END IF
E = L1 / L2
IF BK = 1 OR BK = JB THEN
    H1 = 1 / 24 * L2 * 1000 * (.4 + Fy / 700)
ELSEIF BK < JB THEN
    H1 = 1 / 28 * L2 * 1000 * (.4 + Fy / 700)
END IF

```


Lampiran Plat 2

```

PRINT "Tebal Plat Minimum (mm) = "; H1
10 Tebal Rencana
PRINT "Tebal Plat yang direncanakan (mm) ="; H
IF H < H1 THEN GOTO 10
IF E < 2 THEN
    GOTO DuaArah
ELSE
    GOTO SatuArah
END IF
*****
* flat Satu Arah *
*****
SatuArah:
PRINT "Plat Satu Arah"
10: LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
IF P = 1 THEN
    IF BK >= 1 AND JB = 2 THEN
        Mt1 = 1 / 24 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 9 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
    ELSEIF BK = 1 AND JB >= 3 THEN
        Mt1 = 1 / 24 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
    ELSEIF BK = 2 AND JB = 3 THEN
        Mt1 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
    ELSEIF BK = JB THEN
        Mt1 = 1 / 24 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        HL = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
    ELSEIF BK >= 2 AND JB > 3 THEN
        Mt1 = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
        HL = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
    END IF
ELSE
    IF BK >= 1 AND JB = 2 THEN
        Mt1 = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2

```

```

        Mt2 = 1 / 9 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 14 * BTot * L2 ^ 2
ELSEIF BK = 1 AND JB >= 3 THEN
        Mt1 = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 14 * BTot * L2 ^ 2
ELSEIF BK = 2 AND JB = 3 THEN
        Mt1 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
ELSEIF BK = JB THEN
        Mt1 = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 10 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 14 * BTot * L2 ^ 2
ELSEIF BK >= 2 AND JB > 3 THEN
        Mt1 = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
        Mt2 = 1 / 11 * BTot * L2 ^ 2
        ML = 1 / 16 * BTot * L2 ^ 2
END IF
END IF
GOTO Tulangan
*****
* Plat Dua Arah *
*****
DuaArah:
PRINT "Plat Dua Arah"
PRINT USING "Ly/Lx    = #.#"; E
INPUT "Pilih Type Plat  : ", TypePlat
SELECT CASE TypePlat
CASE 1
        INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
        INPUT " Xty : ", FPMT1
        M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
        M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
        Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
        Mt2 = 0 : Mti1 = .5 * M11 : Mti2 = .5 * M12
        DO: LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
CASE 2
        INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
        INPUT " Xty : ", FPMT1

```

```

M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = 0 : Mti1 = .5 * M11 : Mti2 = .5 * M12

```

CASE 3

```

INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xtx : ", FPMT1 : INPUT " Xty : ", FPMT2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT2 : Mti1 = .5 * M11

```

CASE 4

```

INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xtx : ", FPMT1
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = 0 : Mti2 = .5 * M12

```

CASE 5

```

INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = 0 : Mt2 = 0 : Mti1 = .5 * M11 : Mti2 = .5 * M12

```

CASE 6

```

INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xtx : ", FPMT1 : INPUT " Xty : ", FPMT2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT2

```

CASE 7

```

INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xtx : ", FPMT1 : INPUT " Xty : ", FPMT2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT2
Mti1 = .5 * M11 : Mti2 = .5 * M12

```

CASE 8

```

INPUT " Xlx : ", FPML1

```

```

INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xty : ", FPMT2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt2 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT2
Mt1 = 0 : Mti1 = .5 * M11
CASE 9
INPUT " Xlx : ", FPML1 : INPUT " Xly : ", FPML2
INPUT " Xtx : ", FPMT1 : INPUT " Xty : ", FPMT2
M11 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML1
M12 = .001 * BTot * L2 ^ 2 * FPML2
Mt1 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT1
Mt2 = -.001 * BTot * L2 ^ 2 * FPMT2 : Mti2 = .5 * M12
END SELECT
GOTO Tulangan
Tulangan:
*****
* Perhitungan Tulangan *
*****
IF ABS(Mt1) >= ABS(Mt2) THEN
    MT = ABS(Mt1)
ELSE
    MT = ABS(Mt2)
END IF
IF ABS(M11) >= ABS(M12) THEN
    ML = M11
ELSE
    ML = M12
END IF
IF Fe <= 30 THEN
    B1 = .85
ELSEIF Fe >= 55 THEN
    B1 = .65
ELSE
    B1 = .85 - (Fe - 30) * .003
END IF
F = H - SelBeton - (.5 * DTP)
Pb = (.85 * Fe * B1) * 600 / (Fy * (600 + Fy))
Pmak = .75 * Pb : Pmin = 1.4 / Fy

```

Lampiran Plat 6

```

*****
* Pilihan Type Plat *
*****
i = MP + 1000 / (1000 * F ^ 2)          '(Kg/mm)
K = ML + 1000 / (1000 * F ^ 2)          '(kg/mm)
H1 = (1/.59+SQR((1/.59)^2 - (4*i/(.59*Fc*.1))))/2
H2 = (1/.59+SQR((1/.59)^2 - (4*K/(.59*Fc*.1))))/2
Q1 = H1 * Fc / Fy          (Ratio Penulangan Plat Tumpuan)
Q2 = H2 * Fc / Fy          (Ratio Penulangan Plat Lapangan)
Q3 = 1.33 + Q1             (RFP Tumpuan)
Q4 = 1.33 + Q2             (RFP Lapangan)
IF Q1 < Fmin AND Q2 < Fmin THEN
  IF Fmin < Q3 AND Fmin < Q4 THEN
    R1 = Fmin + 1000 * F : R2 = Fmin * 1000 * F (mm^2)
  ELSE
    R1 = Q3 * 1000 * F : R2 = Q4 * 1000 * F
  END IF
ELSE
  IF Q1 > PMak AND Q2 > PMak THEN
    R1 = PMak * 1000 * F : R2 = PMak * 1000 * F
  ELSE
    R1 = Q1 * 1000 * F : R2 = Q2 * 1000 * F
  END IF
END IF
T1 = ((22 / 7)/4 * DTP ^ 2 * 1000) / R1          '(mm)
T2 = ((22 / 7)/4 * DTF ^ 2 * 1000) / R2
T1 = FIX(T1) - 1 : T2 = FIX(T2) - 1 : Z = 3 * H
IF Z < 500 THEN
  IF T1 > Z THEN T1 = Z
  IF T2 > Z THEN T2 = Z
  Atpakai = ((22 / 7)/4 * DTP ^ 2 * 1000) / T1
  Alpakai = ((22 / 7)/4 * DTF ^ 2 * 1000) / T2
ELSE
  IF T1 > 500 THEN T1 = 500
  IF T2 > 500 THEN T2 = 500
  Atpakai = ((22 / 7)/4 * DTP ^ 2 * 1000) / T1
  Alpakai = ((22 / 7)/4 * DTF ^ 2 * 1000) / T2
END IF

```

```

*****
* Perhitungan Tul Susut *
*****
IF Fy <= 300 THEN
    U = .002 * 300 / Fy      (Ratio penulangan tulangan susut)
ELSEIF Fy >= 400 THEN
    U = .0018 * 400 / Fy
ELSE
    U = .0026 - .000002 * Fy (Interpolasi Ratio Penulangan)
END IF
R3 = U * F * 1000          (F = Tinggi Efektif)
T3 = ((22 / 7) / 4 * DTS ^ 2 * 1000) / R3
IF NH < 500 THEN
    IF T3 > NH THEN T3 = NH
    Aspakai = ((22 / 7) / 4 * DTS ^ 2 * 1000) / T3
ELSE
    IF T3 > 500 THEN T3 = 500
    Aspakai = ((22 / 7) / 4 * DTS ^ 2 * 1000) / T3
END IF
IF BK = 1 OR JB = BK THEN
    DTP = DTP : T3 = 500
    Aspakai = ((22 / 7) / 4 * DTP ^ 2 * 1000) / T3
END IF
IF Fy > 300 THEN
    IF JP$ = "L" THEN
        dc = 20 + 1 / 2 * DTP          (mm)
        AI = 2 * dc * T1
        EF = .6 * Fy * .00001 * (dc * AI) ^ (1 / 3)
        IF EF <= 30 THEN
            Pt$ = "Aman Dari Retak"
        ELSE
            Pt$ = "Tidak aman dari Retak"
        END IF
    ELSE
        dc = 40 + 1 / 2 * DTP : AI = 2 * dc * T1
        EF = .6 * Fy * .00001 * (dc * AI) ^ (1 / 3)
        IF EF <= 25 THEN
            Pt$ = "Aman Dari Retak"
        ELSE
            Pt$ = "Tidak aman dari Retak"
        END IF
    END IF
END IF

```

```

                END IF
            END IF
        END IF
    END
    *****
    * Cetak Hasil *
    *****
    SUB HasilPlat (H, T1, T3, T2, Atpakai, Alpakai, Aspakai, Pt$, DTP,
    D$, DTS) STATIC
    PRINT "Hasil Perencanaan Plat "; D$
    PRINT "1. Tebal plat      = "; H
    PRINT "2. Tumpuan"
    PRINT "   Tulangan Pokok   = "; DTP; " -"; T1
    PRINT "   Tulangan Susut    = "; DTS; " -"; T3
    PRINT "3. Lapangan"
    PRINT "   Tulangan Pokok   = "; DTP; " -"; T2
    PRINT "   Tulangan Susut    = "; DTS; " -"; T3
    PRINT "4. Luas Tulangan Tumpuan pakai   = "; Atpakai; "cm"
    PRINT "5. Luas Tulangan Lapangan pakai   = "; Alpakai; "cm"
    PRINT "6. Luas Tulangan Susut pakai     = "; Aspakai; "cm"
    PRINT
    PRINT "Menurut SKSNI Luas Tul Tumpuan atau Lapangan
    PRINT "Harus lebih besar dari Luas Tul Susut"
    PRINT "Pengaruh plat terhadap retak : "; Pt$
    END SUB
    *****
    * Program Interpolasi *
    *****
    SUB Interpolasi (E) STATIC
    SHARED FOL
    PRINT "      InterPolasi"
    IF y1 = 0 AND y2 = 0 THEN
        PRINT "lx/ly : "
        INPUT "lx/ly (1) : ", y1
        INPUT "lx/ly (2) : ", y2
    END IF
    INPUT "x(1) : ", M1
    INPUT "x(2) : ", M2
    FOL = ((E - y1) * (M2 - M1) / (y2 - y1)) + M1
    END SUB

```

Program UNIITS M.1
Data Struktur Rencana

File = C:\O\5D
 Jumlah Tingkat = 5 Lantai
 Jumlah Bentang = 2 Bentang
 Panjang Bangunan = 14.4 m
 Jarak Portal = 3.6 m
 Jumlah Join = 18 Join
 Jumlah Elemen = 25 Elemen
 Wilayah Gempa = 2
 Jenis Tanah = Lunak
 Faktor Jenis Struktur = 1
 Faktor Keutamaan = 1.5
 Faktor Reduksi Beban Hidup = .5
 Kuat Tekan Beton = 30 Mpa
 Batas Leleh Baja = 300 Mpa

Program UNIITS M.1
Data Elemen Struktur

No. Eln	Jenis Eln	Join (1)	Join (2)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang (m)	Beban (Kg/m)	
							Hidup	Mati
25	B	18	17	35	65	7.2	4.4600E+02	1.6350E+03
24	B	17	16	35	65	7.2	4.4600E+02	1.6350E+03
21	K	13	18	45	45	3.5		
22	K	14	17	45	45	3.5		
23	K	15	16	45	45	3.5		
20	B	13	14	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
19	B	14	15	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
16	K	12	13	45	45	3.5		
17	K	11	14	45	45	3.5		
18	K	10	15	45	45	3.5		
15	B	12	11	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
14	B	11	10	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
11	K	7	12	45	45	3.5		
12	K	8	11	45	45	3.5		
13	K	9	10	45	45	3.5		
10	B	7	8	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
9	B	8	9	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
6	K	6	7	45	45	3.5		
7	K	5	8	45	45	3.5		
8	K	4	9	45	45	3.5		
5	B	6	5	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
4	B	5	4	35	65	7.2	7.4300E+02	3.0350E+03
1	K	1	6	45	45	4		
2	K	2	5	45	45	4		
3	K	3	4	45	45	4		

Program UNIITS M.1
Data Faktor Distribusi Struktur

Join	Join	Alpha	Join	Join	Alpha
					0.00000
					0.00000
4	3	-0.14513	3	4	-0.18900
5	2	-0.10532	2	5	0.00000
5	4	-0.13715	4	6	-0.13715
6	1	-0.14513	1	6	-0.16587
6	5	-0.18900	5	7	-0.12037
7	6	-0.15926	6	8	-0.18147
8	5	-0.11685	5	8	-0.16587
8	7	-0.13315	7	9	-0.13315
9	4	-0.15926	4	9	-0.15926
9	8	-0.18147	8	10	-0.11685
10	9	-0.15926	9	11	-0.18147
11	8	-0.11685	8	11	-0.15926
11	10	-0.13315	10	12	-0.13315
12	7	-0.15926	7	12	-0.15926
12	11	-0.18147	11	13	-0.11685
13	12	-0.15926	12	14	-0.18147
14	11	-0.11685	11	14	-0.15926
14	13	-0.13315	13	15	-0.13315
15	10	-0.15926	10	15	-0.15926
15	14	-0.18147	14	16	-0.11685
16	15	-0.23371	15	17	-0.26629
17	14	-0.15249	14	17	-0.15926
17	16	-0.17375	16	18	-0.17375
18	13	-0.23371	13		
18	17	-0.26629	17		

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Akibat Beban Hidup

No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)	No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)
					0.0000E+00
4	0	-5.4530E+05	5	0	-1.1911E+04
	1	-4.5845E+05		1	1.5665E+02
	2	-4.8149E+05		2	-4.5652E+02
	3	-4.8106E+05		3	-1.4411E+02
	4	-4.8144E+05		4	-4.0462E+01
	5	-4.8162E+05		5	-1.3522E+01
	6	-4.8167E+05		6	
6	0	5.4530E+05	7	0	5.2359E+05
	1	4.6070E+05		1	3.6683E+05
	2	4.8440E+05		2	3.8170E+05
	3	4.8235E+05		3	3.8278E+05
	4	4.8193E+05		4	3.8312E+05
	5	4.8181E+05		5	3.8333E+05
	6	4.8174E+05		6	3.8338E+05
8	0	0.0000E+00	9	0	-5.2359E+05
	1	2.2264E+04		1	-3.7122E+05
	2	1.6408E+03		2	-3.8578E+05
	3	7.4231E+02		3	-3.8391E+05
	4	2.6473E+02		4	-3.8347E+05
	5	8.7016E+01		5	-3.8343E+05
	6	3.2603E+01		6	-3.8340E+05

10	0	-5.2359E+05	11	0	0.0000E+00
	1	-3.8108E+05		1	-2.1577E+04
	2	-3.9562E+05		2	-1.2651E+03
	3	-3.9800E+05		3	-5.9883E+02
	4	-3.9822E+05		4	-2.5618E+02
	5	-3.9844E+05		5	-6.8922E+01
	6	-3.9852E+05		6	-1.6982E+01
12	0	5.2359E+05	13	0	5.2359E+05
	1	3.8569E+05		1	3.8871E+05
	2	4.0112E+05		2	3.9636E+05
	3	3.9981E+05		3	4.0087E+05
	4	3.9886E+05		4	4.0138E+05
	5	3.9866E+05		5	4.0154E+05
	6	3.9860E+05		6	4.0159E+05
14	0	0.0000E+00	15	0	-5.2359E+05
	1	2.0480E+04		1	-3.9316E+05
	2	2.0764E+03		2	-4.0197E+05
	3	6.4745E+02		3	-4.0250E+05
	4	2.5907E+02		4	-4.0185E+05
	5	7.5738E+01		5	-4.0166E+05
	6	2.1607E+01		6	-4.0162E+05
16	0	-4.6120E+05	17	0	0.0000E+00
	1	-3.6931E+05		1	-1.9088E+04
	2	-3.6181E+05		2	-2.4501E+03
	3	-3.6627E+05		3	-5.3698E+02
	4	-3.6713E+05		4	-1.6072E+02
	5	-3.6729E+05		5	-4.2617E+01
	6	-3.6733E+05		6	-1.0786E+01
18	0	4.6120E+05			
	1	3.7544E+05			
	2	3.6958E+05			
	3	3.6786E+05			
	4	3.6744E+05			
	5	3.6736E+05			
	6	3.6734E+05			

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Akibat Beban Mati

No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)	No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)
4	0	-2.2274E+06	5	0	0.0000E+00
	1	-1.8727E+06		1	-4.8655E+04
	2	-1.9668E+06		2	6.3987E+02
	3	-1.9651E+06		3	-1.8648E+03
	4	-1.9665E+06		4	-5.9946E+02
	5	-1.9672E+06		5	-1.6856E+02
	6	-1.9674E+06		6	-5.5971E+01
6	0	2.2274E+06	7	0	2.1387E+06
	1	1.8819E+06		1	1.4984E+06
	2	1.9787E+06		2	1.5592E+06
	3	1.9703E+06		3	1.5643E+06
	4	1.9685E+06		4	1.5659E+06
	5	1.9679E+06		5	1.5667E+06
			6	1.5669E+06	

8	0	0.0000E+00	9	0	-2.1387E+06
	1	9.0945E+04		1	-1.5164E+06
	2	6.7022E+03		2	-1.5758E+06
	3	2.9174E+03		3	-1.5689E+06
	4	1.0381E+03		4	-1.5673E+06
	5	3.4192E+02		5	-1.5671E+06
	6	1.2794E+02		6	-1.5670E+06
10	0	-2.1387E+06	11	0	0.0000E+00
	1	-1.5566E+06		1	-8.8136E+04
	2	-1.6115E+06		2	-5.4860E+03
	3	-1.6205E+06		3	-2.5260E+03
	4	-1.6213E+06		4	-1.0729E+03
	5	-1.6222E+06		5	-2.9429E+02
	6	-1.6225E+06		6	-7.5620E+01
12	0	2.1387E+06	13	0	2.1387E+06
	1	1.5755E+06		1	1.6186E+06
	2	1.6334E+06		2	1.6519E+06
	3	1.6276E+06		3	1.6703E+06
	4	1.6238E+06		4	1.6724E+06
	5	1.6230E+06		5	1.6730E+06
	6	1.6228E+06		6	1.6732E+06
14	0	0.0000E+00	15	0	-2.1387E+06
	1	7.9560E+04		1	-1.6360E+06
	2	7.7828E+03		2	-1.6750E+06
	3	2.5110E+03		3	-1.6772E+06
	4	1.0098E+03		4	-1.6744E+06
	5	2.8700E+02		5	-1.6736E+06
	6	7.7857E+01		6	-1.6734E+06
16	0	-1.6907E+06	17	0	0.0000E+00
	1	-1.3084E+06		1	-7.8566E+04
	2	-1.2773E+06		2	-1.0272E+04
	3	-1.2954E+06		3	-2.2258E+03
	4	-1.2988E+06		4	-6.6187E+02
	5	-1.2995E+06		5	-1.7816E+02
	6	-1.2996E+06		6	-4.6566E+01
18	0	1.6907E+06			
	1	1.3334E+06			
	2	1.3084E+06			
	3	1.3016E+06			
	4	1.3000E+06			
	5	1.2997E+06			
	6	1.2996E+06			

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Akibat Beban Gempa

No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)	No. Join	Putaran	Distribusi (Kg.m)
4	0	0.0000E+00	5	0	0.0000E+00
	1	6.8609E+06		1	4.0379E+06
	2	9.0323E+06		2	5.1377E+06
	3	9.8535E+06		3	5.5354E+06
	4	1.0162E+07		4	5.7137E+06
	5	1.0281E+07		5	5.7943E+06
	6	1.0328E+07		6	5.8300E+06

6	0	0.0000E+00	7	0	0.0000E+00
	1	6.0977E+06		1	4.3829E+06
	2	8.7178E+06		2	6.7652E+06
	3	9.7089E+06		3	7.8992E+06
	4	1.0096E+07		4	8.4265E+06
	5	1.0251E+07		5	8.6658E+06
	6	1.0315E+07		6	8.7729E+06
8	0	0.0000E+00	9	0	0.0000E+00
	1	2.8729E+06		1	3.7400E+06
	2	4.4592E+06		2	6.3470E+06
	3	5.1647E+06		3	7.7008E+06
	4	5.4728E+06		4	8.3344E+06
	5	5.6112E+06		5	8.6227E+06
	6	5.6743E+06		6	8.7526E+06
10	0	0.0000E+00	11	0	0.0000E+00
	1	3.5152E+06		1	2.2124E+06
	2	5.0895E+06		2	3.2136E+06
	3	5.9525E+06		3	3.7566E+06
	4	6.4095E+06		4	4.0411E+06
	5	6.6431E+06		5	4.1829E+06
	6	6.7592E+06		6	4.2520E+06
12	0	0.0000E+00	13	0	0.0000E+00
	1	3.0114E+06		1	1.9178E+06
	2	4.7924E+06		2	2.9080E+06
	3	5.7916E+06		3	3.4279E+06
	4	6.3269E+06		4	3.7124E+06
	5	6.6017E+06		5	3.8669E+06
	6	6.7387E+06		6	3.9494E+06
14	0	0.0000E+00	15	0	0.0000E+00
	1	1.2451E+06		1	1.6116E+06
	2	1.8962E+06		2	2.7152E+06
	3	2.2266E+06		3	3.3254E+06
	4	2.4095E+06		4	3.6572E+06
	5	2.5103E+06		5	3.8375E+06
	6	2.5642E+06		6	3.9339E+06
16	0	0.0000E+00	17	0	0.0000E+00
	1	6.6745E+05		1	3.7542E+05
	2	1.0473E+06		2	6.0532E+05
	3	1.2875E+06		3	7.2558E+05
	4	1.4246E+06		4	7.8439E+05
	5	1.5023E+06		5	8.1533E+05
	6	1.5458E+06		6	8.3217E+05
18	0	0.0000E+00			
	1	4.9592E+05			
	2	9.4099E+05			
	3	1.2315E+06			
	4	1.3961E+06			
	5	1.4872E+06			
	6	1.5377E+06			

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Penggoyangan Akibat Beban Hidup

Tingkat	Putaran	Momen (kg.m)	Tingkat	Putaran	Momen (Kg.m)
1	0	0.0000E+00	2	0	0.0000E+00
	1	4.8301E+03		1	-4.1026E+03
	2	-1.5334E+03		2	-3.1089E+02
	3	-4.1306E+02		3	-2.1991E+02
	4	-1.7473E+02		4	-1.3299E+02
	5	-7.3507E+01		5	-6.4303E+01
	6	-2.8418E+01	6	-3.1549E+01	
3	0	0.0000E+00	4	0	0.0000E+00
	1	-4.5247E+02		1	4.6608E+02
	2	-8.9517E+02		2	-3.5329E+02
	3	-4.1162E+02		3	-1.1749E+02
	4	-1.4892E+02		4	-8.5517E+01
	5	-6.8940E+01		5	-5.1777E+01
	6	-3.3989E+01	6	-2.7214E+01	
5	0	0.0000E+00			
	1	-1.5318E+03			
	2	-8.9125E+02			
	3	-3.9785E+01			
	4	2.8458E+01			
	5	1.2240E+01			
	6	1.4099E+00			

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Penggoyangan Akibat Beban Mati

Tingkat	Putaran	Momen (kg.m)	Tingkat	Putaran	Momen (Kg.m)
1	0	0.0000E+00	2	0	0.0000E+00
	1	1.9730E+04		1	-1.6758E+04
	2	-6.2638E+03		2	-1.2699E+03
	3	-1.6872E+03		3	-8.2593E+02
	4	-6.9983E+02		4	-4.9397E+02
	5	-2.9204E+02		5	-2.3829E+02
	6	-1.1241E+02	6	-1.1735E+02	
3	0	0.0000E+00	4	0	0.0000E+00
	1	-1.8482E+03		1	3.5804E+03
	2	-3.2001E+03		2	-5.3838E+02
	3	-1.4066E+03		3	-7.5563E+01
	4	-4.8484E+02		4	-1.6630E+02
	5	-2.2659E+02		5	-1.2835E+02
	6	-1.1368E+02	6	-7.3275E+01	
5	0	0.0000E+00			
	1	-4.2755E+03			
	2	-2.7349E+03			
	3	1.9627E+02			
	4	2.7617E+02			
	5	1.2470E+02			
	6	4.0585E+01			

Program UNIITS M.1
Distribusi Momen Penggoyangan Akibat Beban Gempa

Tingkat	Putaran	Momen (kg.m)	Tingkat	Putaran	Momen (Kg.m)
1	0	-2.6255E+07	2	0	-1.8391E+07
	1	-3.4753E+07		1	-3.2387E+07
	2	-3.7699E+07		2	-3.8620E+07
	3	-3.8803E+07		3	-4.1322E+07
	4	-3.9240E+07		4	-4.2493E+07
	5	-3.9418E+07		5	-4.3004E+07
3	0	-1.5226E+07	4	0	-1.0585E+07
	1	-2.5094E+07		1	-1.7342E+07
	2	-3.0560E+07		2	-2.0893E+07
	3	-3.3359E+07		3	-2.2826E+07
	4	-3.4732E+07		4	-2.3864E+07
	5	-3.5390E+07		5	-2.4407E+07
5	0	-4.4675E+06		6	-4.3227E+07
	1	-7.6242E+06			
	2	-9.5241E+06			
	3	-1.0580E+07			
	4	-1.1160E+07			
	5	-1.1477E+07			
	6	-1.1649E+07			

Program UNIITS M.1
Hasil Perhitungan Momen Akhir Beban Hidup

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	4.1153D+02	6	1	8.2304D+02
2	5	-3.5829D-02	5	2	-3.5868D-02
3	4	-4.1151D+02	4	3	-8.2304D+02
4	5	2.1380D+03	5	4	-3.7456D+03
4	9	-1.3150D+03	9	4	-1.2190D+03
5	6	3.7457D+03	6	5	-2.1380D+03
5	8	-1.2218D-02	8	5	-1.5243D-02
6	7	1.3149D+03	7	6	1.2189D+03
7	8	-2.3567D+03	8	7	3.6363D+03
7	12	1.1378D+03	12	7	1.1526D+03
8	9	-3.6363D+03	9	8	2.3567D+03
8	11	-2.1002D-02	11	8	-2.0218D-02
9	10	-1.1378D+03	10	9	-1.1526D+03
10	11	2.3230D+03	11	10	-3.6531D+03
10	15	-1.1704D+03	15	10	-1.1733D+03
11	12	3.6532D+03	12	11	-2.3229D+03
11	14	-2.4340D-02	14	11	-2.3415D-02
12	13	1.1704D+03	13	12	1.1733D+03
13	14	-2.3162D+03	14	13	3.6565D+03
13	18	1.1428D+03	18	13	1.1094D+03
14	15	-3.6565D+03	15	14	2.3162D+03
14	17	1.0582D-02	17	14	1.0444D-02
15	16	-1.1429D+03	16	15	-1.1094D+03
16	17	1.1094D+03	17	16	-2.3354D+03
17	18	2.3354D+03	18	17	-1.1094D+03

Program UNIITS M.1

Hasil Perhitungan Momen Akhir Beban Mati

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	1.6809D+03	6	1	3.3617D+03
2	5	-1.4385D-01	5	2	-1.4378D-01
3	4	-1.6808D+03	4	3	-3.3617D+03
4	5	8.7336D+03	5	4	-1.5300D+04
4	9	-5.3719D+03	9	4	-4.9808D+03
5	6	1.5300D+04	6	5	-8.7335D+03
5	8	-4.4232D-02	8	5	-5.5778D-02
6	7	5.3718D+03	7	6	4.9807D+03
7	8	-9.6247D+03	8	7	1.4854D+04
7	12	4.6440D+03	12	7	4.6984D+03
8	9	-1.4854D+04	9	8	9.6248D+03
8	11	-7.1381D-02	11	8	-6.6583D-02
9	10	-4.6441D+03	10	9	-4.6985D+03
10	11	9.5008D+03	11	10	-1.4916D+04
10	15	-4.8023D+03	15	10	-4.8517D+03
11	12	1.4916D+04	12	11	-9.5007D+03
11	14	-7.6032D-02	14	11	-7.1348D-02
12	13	4.8023D+03	13	12	4.8517D+03
13	14	-9.3881D+03	14	13	1.4973D+04
13	18	4.5363D+03	18	13	4.1715D+03
14	15	-1.4973D+04	15	14	9.3881D+03
14	17	6.8185D-02	17	14	6.8044D-02
15	16	-4.5364D+03	16	15	-4.1715D+03
16	17	4.1715D+03	17	16	-8.5091D+03
17	18	8.5090D+03	18	17	-4.1715D+03

Program UNIITS M.1

Hasil Perhitungan Momen Akhir Beban Gempa

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	-2.4925D+04	6	1	-1.6063D+04
2	5	-2.8757D+04	5	2	-2.3745D+04
3	4	-2.4914D+04	4	3	-1.6057D+04
4	5	2.9510D+04	5	4	2.4502D+04
4	9	-1.3453D+04	9	4	-1.4899D+04
5	6	2.4487D+04	6	5	2.9502D+04
5	8	-2.5245D+04	8	5	-2.5360D+04
6	7	-1.3440D+04	7	6	-1.4902D+04
7	8	2.5947D+04	8	7	2.2467D+04
7	12	-1.1045D+04	12	7	-1.2975D+04
8	9	2.2445D+04	9	8	2.5935D+04
8	11	-1.9553D+04	11	8	-2.0927D+04
9	10	-1.1036D+04	10	9	-1.2984D+04
10	11	1.9916D+04	11	10	1.7079D+04
10	15	-6.9320D+03	15	10	-9.6929D+03
11	12	1.7056D+04	12	11	1.9903D+04
11	14	-1.3207D+04	14	11	-1.4868D+04
12	13	-6.9280D+03	13	12	-9.7040D+03
13	14	1.1759D+04	14	13	1.0183D+04
13	18	-2.0554D+03	18	13	-4.4365D+03
14	15	1.0166D+04	15	14	1.1749D+04
14	17	-5.4804D+03	17	14	-7.2110D+03

15	16	-2.0564D+03	16	15	-4.4445D+03
16	17	4.4445D+03	17	16	3.6100D+03
17	18	3.6010D+03	18	17	4.4365D+03

Program UNIITS M.1

Momen Akhir Kombinasi Mu = 1.2 x Mm + 1.6 x Mh

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	2.6755D+03	6	1	5.3509D+03
2	5	-2.2995D-01	5	2	-2.2993D-01
3	4	-2.6754D+03	4	3	-5.3509D+03
4	5	1.3901D+04	5	4	-2.4353D+04
4	9	-8.5502D+03	9	4	-7.9273D+03
5	6	2.4353D+04	6	5	-1.3901D+04
5	8	-7.2627D-02	8	5	-9.1322D-02
6	7	8.5500D+03	7	6	7.9271D+03
7	8	-1.5320D+04	8	7	2.3643D+04
7	12	7.3932D+03	12	7	7.4822D+03
8	9	-2.3643D+04	9	8	1.5321D+04
8	11	-1.1926D-01	11	8	-1.1225D-01
9	10	-7.3933D+03	10	9	-7.4824D+03
10	11	1.5118D+04	11	10	-2.3745D+04
10	15	-7.6354D+03	15	10	-7.6994D+03
11	12	2.3745D+04	12	11	-1.5118D+04
11	14	-1.3018D-01	14	11	-1.2308D-01
12	13	7.6353D+03	13	12	7.6994D+03
13	14	-1.4972D+04	14	13	2.3818D+04
13	18	7.2722D+03	18	13	6.7809D+03
14	15	-2.3818D+04	15	14	1.4972D+04
14	17	9.8753D-02	17	14	9.8363D-02
15	16	-7.2722D+03	16	15	-6.7809D+03
16	17	6.7809D+03	17	16	-1.3947D+04
17	18	1.3947D+04	18	17	-6.7809D+03

Program UNIITS M.1

Momen Akhir Kombinasi Mu = 0.9 x Mh + Mg

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	2.6438D+04	6	1	1.9088D+04
2	5	-2.8757D+04	5	2	-2.3745D+04
3	4	-2.6426D+04	4	3	-1.9082D+04
4	5	3.7370D+04	5	4	-3.8272D+04
4	9	-1.8287D+04	9	4	-1.9382D+04
5	6	3.8257D+04	6	5	-3.7362D+04
5	8	-2.5245D+04	8	5	-2.5360D+04
6	7	1.8274D+04	7	6	1.9385D+04
7	8	-3.4610D+04	8	7	3.5836D+04
7	12	1.5225D+04	12	7	1.7204D+04
8	9	-3.5814D+04	9	8	3.4598D+04
8	11	-1.9553D+04	11	8	-2.0927D+04
9	10	-1.5216D+04	10	9	-1.7213D+04
10	11	2.8467D+04	11	10	-3.0503D+04
10	15	-1.1254D+04	15	10	-1.4059D+04
11	12	3.0481D+04	12	11	-2.8454D+04
11	14	-1.3207D+04	14	11	-1.4868D+04
12	13	1.1250D+04	13	12	1.4071D+04

13	14	-2.0209D+04	14	13	2.3658D+04
13	18	6.1381D+03	18	13	8.1909D+03
14	15	-2.3641D+04	15	14	2.0199D+04
14	17	5.4804D+03	17	14	7.2111D+03
15	16	-6.1391D+03	16	15	-8.1989D+03
16	17	8.1989D+03	17	16	-1.1268D+04
17	18	1.1259D+04	18	17	-8.1909D+03

Program UNILITS M.1
Momen Akhir Kombinasi $M_u = 1.05 \times (M_m + 0.6 \times M_h + M_g)$

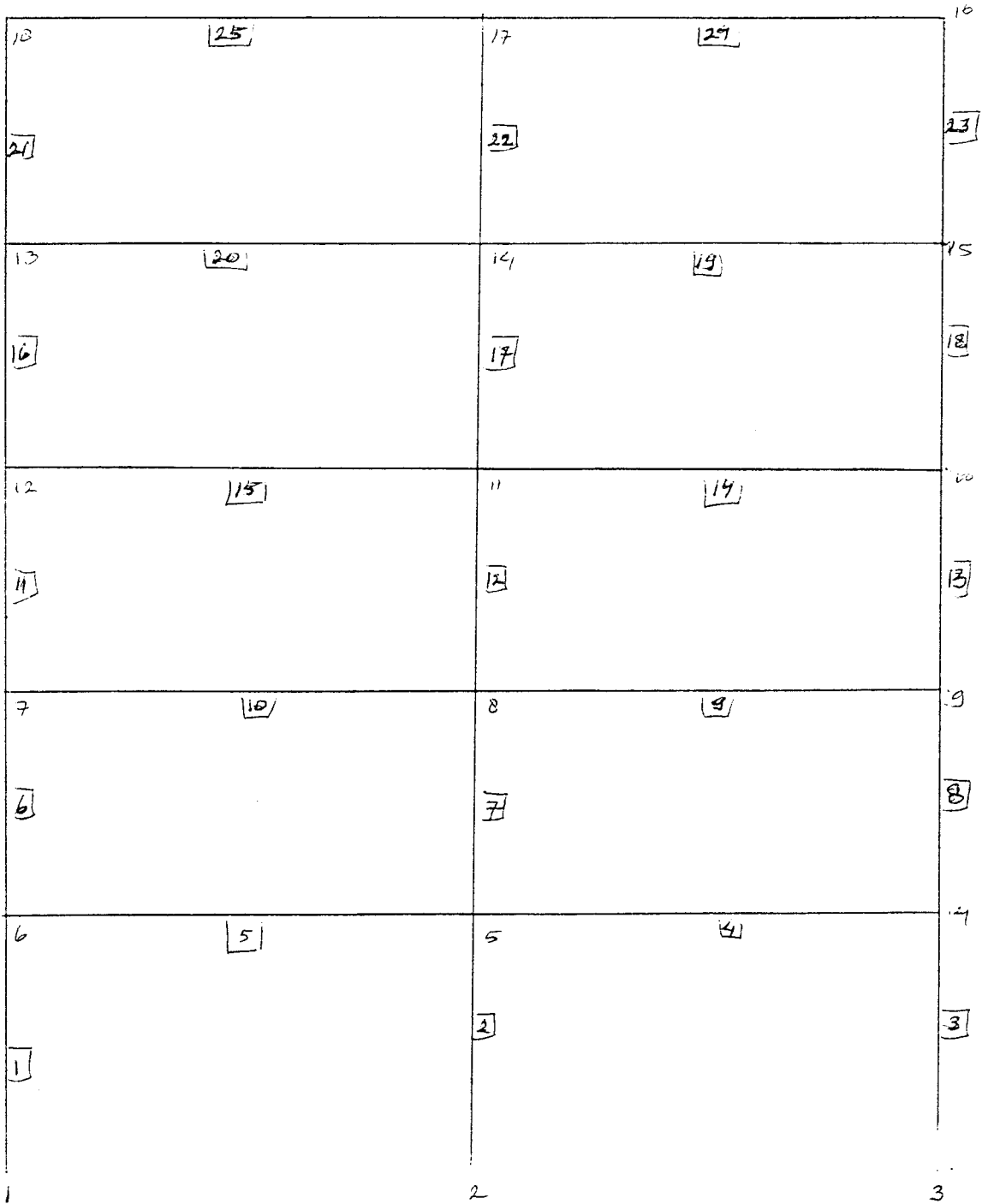
Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	2.8196D+04	6	1	2.0914D+04
2	5	-3.0195D+04	5	2	-2.4932D+04
3	4	-2.8183D+04	4	3	-2.0908D+04
4	5	4.1502D+04	5	4	-4.4152D+04
4	9	-2.0594D+04	9	4	-2.1642D+04
5	6	4.4136D+04	6	5	-4.1494D+04
5	8	-2.6507D+04	8	5	-2.6628D+04
6	7	2.0580D+04	7	6	2.1645D+04
7	8	-3.8835D+04	8	7	4.1479D+04
7	12	1.7191D+04	12	7	1.9283D+04
8	9	-4.1455D+04	9	8	3.8823D+04
8	11	-2.0530D+04	11	8	-2.1974D+04
9	10	-1.7181D+04	10	9	-1.9293D+04
10	11	3.2351D+04	11	10	-3.5896D+04
10	15	-1.3058D+04	15	10	-1.6011D+04
11	12	3.5872D+04	12	11	-3.2338D+04
11	14	-1.3868D+04	14	11	-1.5611D+04
12	13	1.3054D+04	13	12	1.6023D+04
13	14	-2.3664D+04	14	13	2.8717D+04
13	18	7.6413D+03	18	13	9.7374D+03
14	15	-2.8699D+04	15	14	2.3653D+04
14	17	5.7545D+03	17	14	7.5717D+03
15	16	-7.6424D+03	16	15	-9.7458D+03
16	17	9.7458D+03	17	16	-1.4196D+04
17	18	1.4187D+04	18	17	-9.7374D+03

Program UNILITS M.1
Momen Akhir Maksimum dari Kombinasi

Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)	Join (1)	Join (2)	Momen (kg.m)
1	6	2.8196D+04	6	1	2.0914D+04
2	5	-3.0195D+04	5	2	-2.4932D+04
3	4	-2.8183D+04	4	3	-2.0908D+04
4	5	4.1502D+04	5	4	-4.4152D+04
4	9	-2.0594D+04	9	4	-2.1642D+04
5	6	4.4136D+04	6	5	-4.1494D+04
5	8	-2.6507D+04	8	5	-2.6628D+04
6	7	2.0580D+04	7	6	2.1645D+04
7	8	-3.8835D+04	8	7	4.1479D+04
7	12	1.7191D+04	12	7	1.9283D+04
8	9	-4.1455D+04	9	8	3.8823D+04
8	11	-2.0530D+04	11	8	-2.1974D+04
9	10	-1.7181D+04	10	9	-1.9293D+04
10	11	3.2351D+04	11	10	-3.5896D+04
10	15	-1.3058D+04	15	10	-1.6011D+04

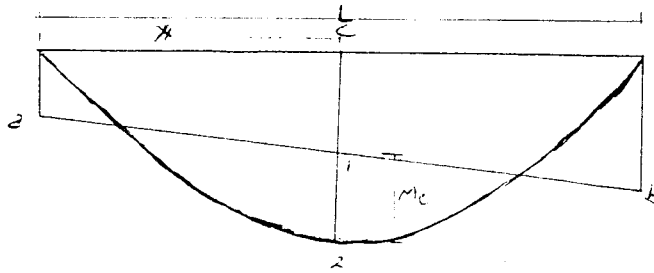
11	12	3.5872D+04	12	11	-3.2338D+04
11	14	-1.3868D+04	14	11	-1.5611D+04
12	13	1.3054D+04	13	12	1.6023D+04
13	14	-2.3664D+04	14	13	2.8717D+04
13	18	7.6413D+03	18	13	9.7374D+03
14	15	-2.8699D+04	15	14	2.3653D+04
14	17	5.7545D+03	17	14	7.5717D+03
15	16	-7.6424D+03	16	15	-9.7458D+03
16	17	9.7458D+03	17	16	-1.4196D+04
17	18	1.4187D+04	18	17	-9.7374D+03

Gambar Portal



Perhitungan Momen Lapangan
Akibat beban Mati

1. Batang 25 = 24



$$M_{c2} = \frac{1}{8} q L^2 = \frac{1}{8} \cdot 1635 \cdot (7,2)^2$$

$$= 10594,8 \text{ kg m}$$

$$M_{c1} = \frac{b-d}{L} \times \frac{1}{2} L^2 = \frac{8,5091 \cdot 10^3 - 4,1715 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 4,1715 \cdot 10^3$$

$$= 6,3703 \cdot 10^3 \text{ kg m}$$

$$M_c = M_{c2} - M_{c1} = 10594,8 - 6,3703 \cdot 10^3$$

$$= 4254,5 \text{ kg m}$$

2. Batang 20 = 19

$$M_c = \frac{1}{8} \cdot 3035 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{1,4973 \cdot 10^4 - 3,3881 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 3,3881 \cdot 10^3 \right\}$$

$$= 19666,2 - 12180,55$$

$$= 7486,25 \text{ kg m}$$

3. Batang 15 = 14

$$M_c = \frac{1}{8} \cdot 3035 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{1,4916 \cdot 10^4 - 3,5007 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 3,5007 \cdot 10^3 \right\}$$

$$= 7458,45 \text{ kg m}$$

4. Batang 10 = 9

$$M_c = \frac{1}{8} \cdot 3035 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{1,4854 \cdot 10^4 - 3,6247 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 3,6247 \cdot 10^3 \right\}$$

$$= 7427,45 \text{ kg m}$$

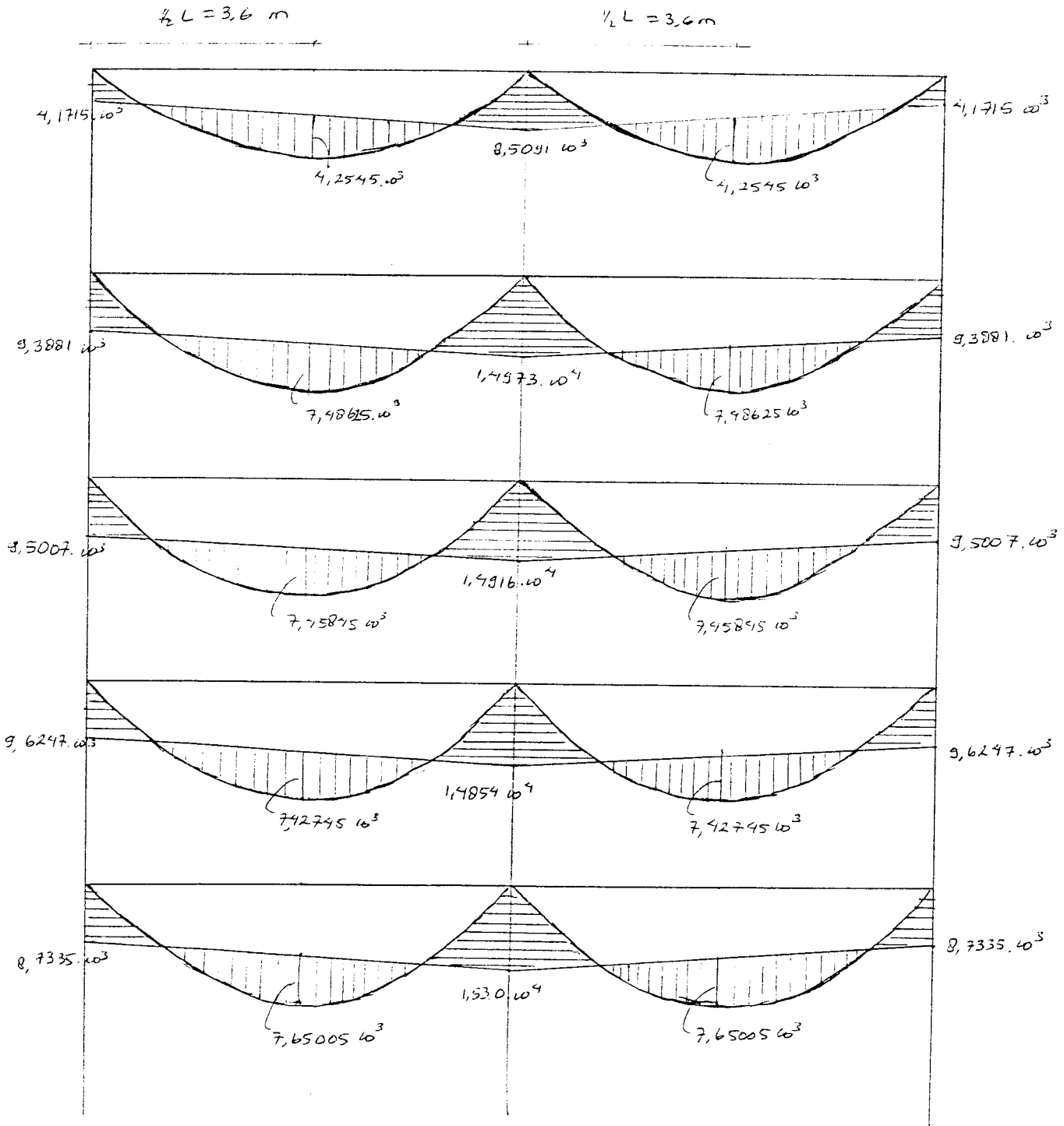
5. Batang 5 = 4

$$M_c = \frac{1}{8} \cdot 3035 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{1,53 \cdot 10^4 - 8,7335 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 8,7335 \cdot 10^3 \right\}$$

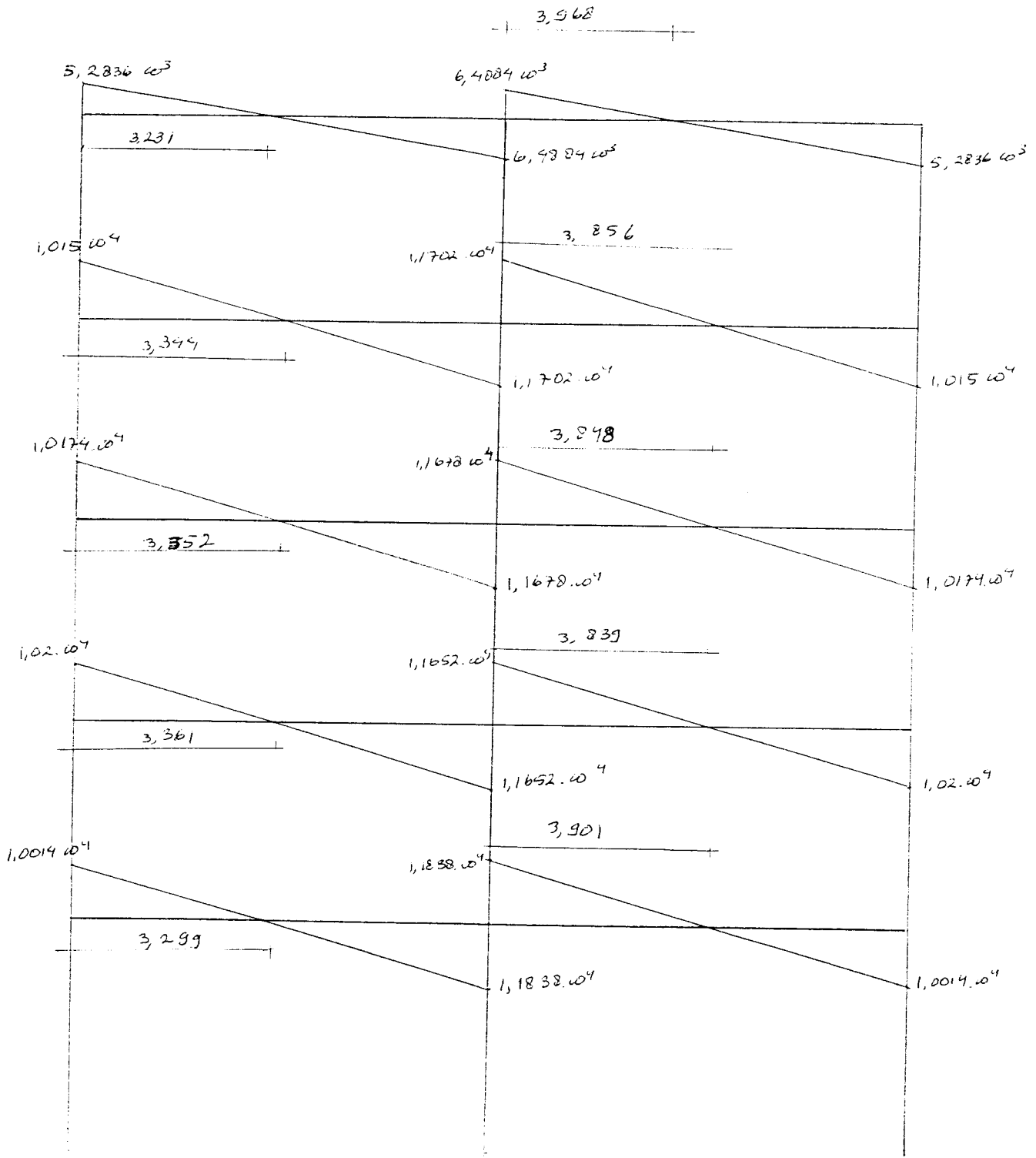
$$= 7650,05 \text{ kg m}$$

Momen Tengah Bentang

AKIBAT BEBAN MATI



Gaya Geser Akibat Beban Mati



Perhitungan Momen Lapangan
Akibat Beban Hidup

1. Batang 25 = 24

$$M_L = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 - \left\{ \frac{b-a}{L} \cdot x + a \right\}$$
$$= \frac{1}{8} \cdot 446 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{2,3359 \cdot 10^3 - 1,1099 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 1,1099 \cdot 10^3 \right\}$$
$$= 1167,68 \text{ kg.m}$$

2. Batang 20 = 19

$$M_L = \frac{1}{8} \cdot 743 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{3,6565 \cdot 10^3 - 2,3162 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 2,3162 \cdot 10^3 \right\}$$
$$= 1828,29 \text{ kg.m}$$

3. Batang 15 = 14

$$M_L = \frac{1}{8} \cdot 743 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{3,6532 \cdot 10^3 - 2,3229 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 2,3229 \cdot 10^3 \right\}$$
$$= 1826,59 \text{ kg.m}$$

4. Batang 10 = 9

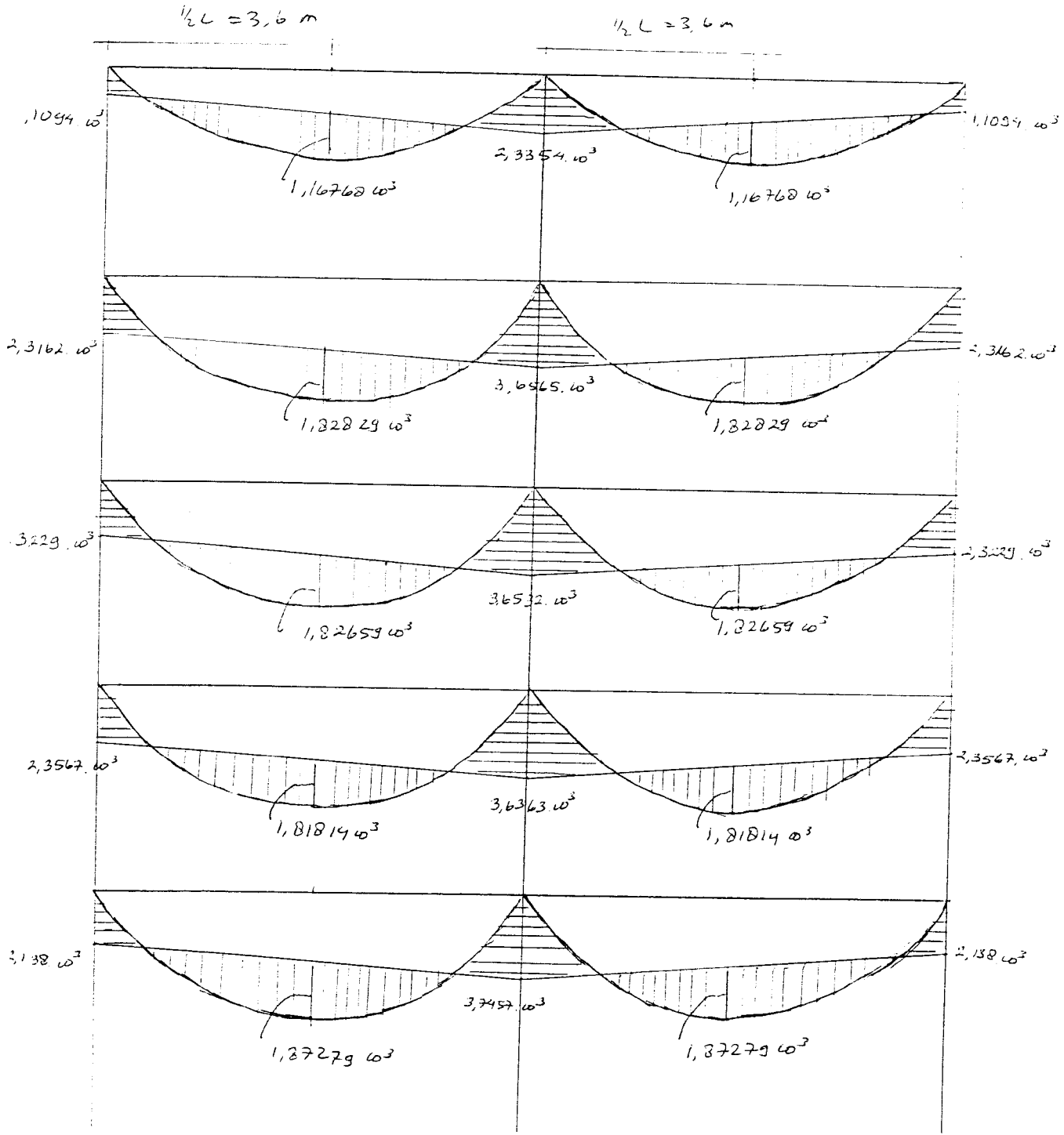
$$M_L = \frac{1}{8} \cdot 743 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{3,6363 \cdot 10^3 - 2,3567 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 2,3567 \cdot 10^3 \right\}$$
$$= 1818,19 \text{ kg.m}$$

5. Batang 5 = 4

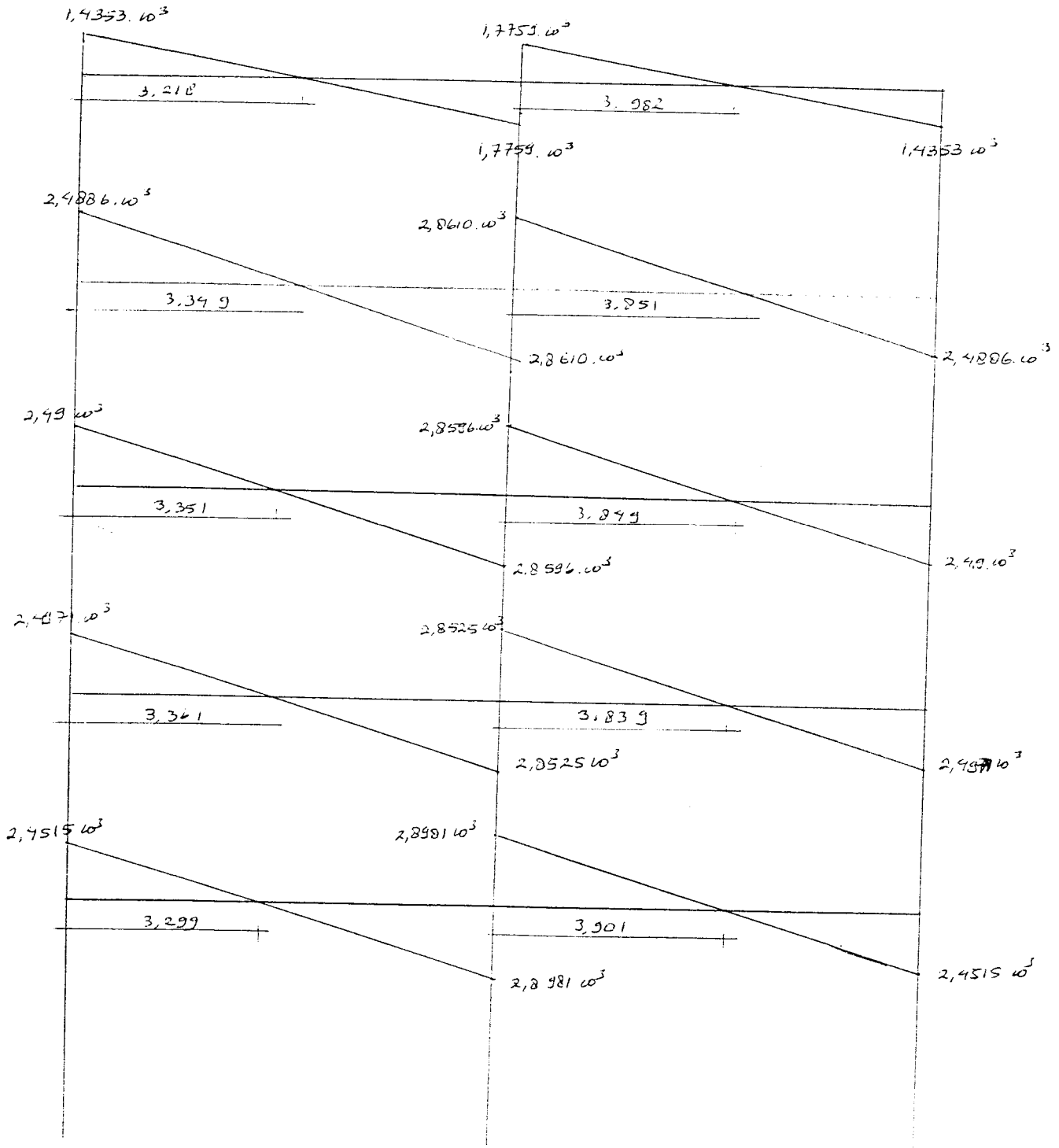
$$M_L = \frac{1}{8} \cdot 743 \cdot (7,2)^2 - \left\{ \frac{3,7457 \cdot 10^3 - 2,138 \cdot 10^3}{7,2} \cdot \frac{1}{2} (7,2) + 2,138 \cdot 10^3 \right\}$$
$$= 1872,79 \text{ kg.m}$$

Momen Tengah Bentang

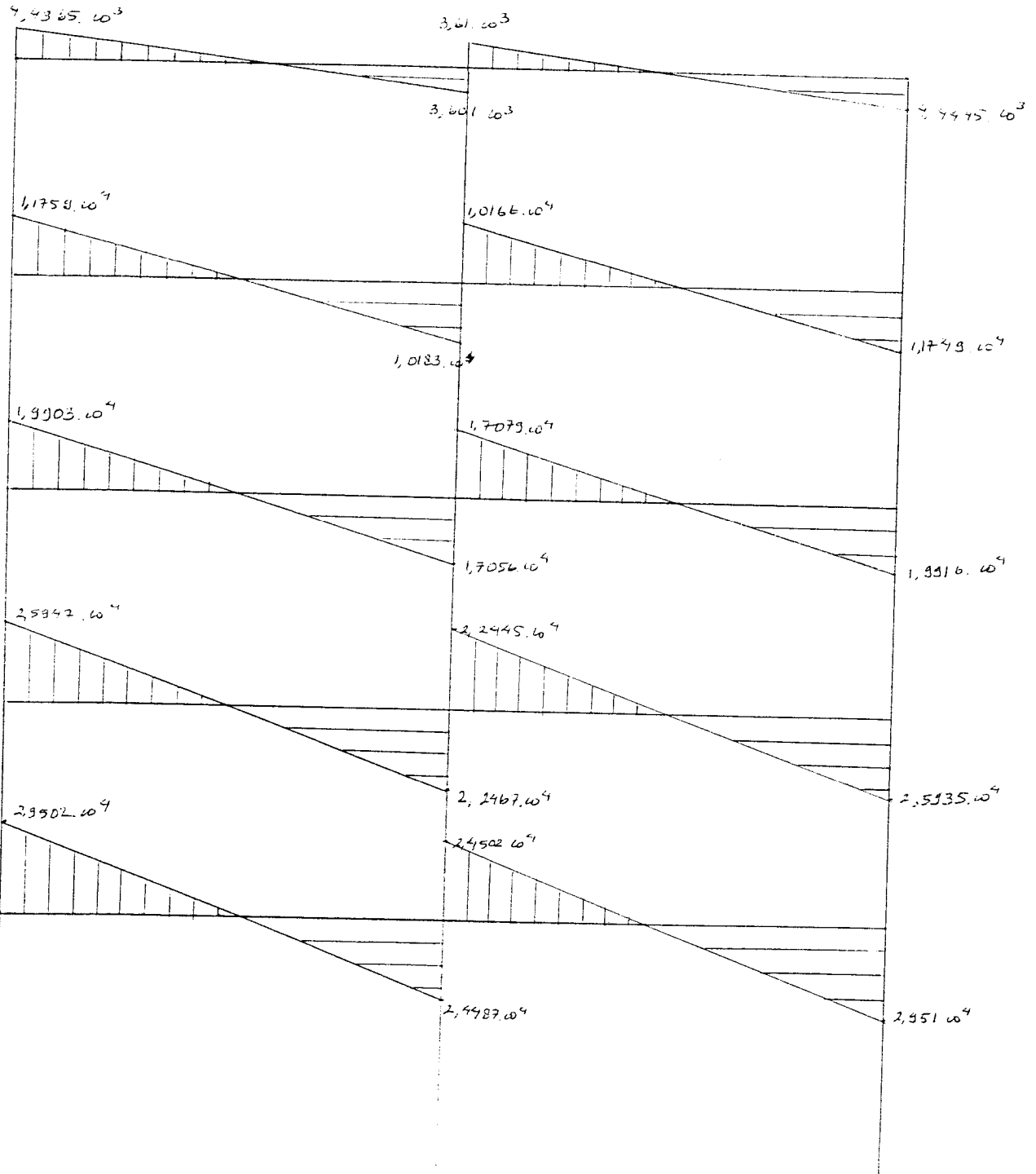
AKIBAT BEBAN HIDUP



Gaya Geser Akibat Beban Hidup



AKIBAT BEBAN GEMPA



Program UNIITS M.1
Momen Lapangan Maksimum (Kg.m)

Elemen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Gempa
4	1.1344E+04	2.7773E+03	-9.7210E+02
5	4.7778E+03	1.1696E+03	9.7430E+02
9	1.0303E+04	2.5217E+03	-7.8894E+02
10	5.0731E+03	1.2421E+03	7.8591E+02
14	1.0446E+04	2.5606E+03	-8.2426E+02
15	5.0300E+03	1.2304E+03	8.2777E+02
19	1.0576E+04	2.5684E+03	-5.9532E+02
20	4.9914E+03	1.2281E+03	5.9242E+02
24	6.7563E+03	1.8782E+03	-3.4748E+02
25	2.4188E+03	6.5222E+02	3.4803E+02

Program UNIITS M.1
Momen Lapangan Maksimum Kombinasi (Kg.m)

Elemen	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Maksimum
4	1.8057E+04	9.2378E+03	1.2641E+04	1.8057E+04
5	7.6047E+03	5.2743E+03	6.7765E+03	7.6047E+03
9	1.6398E+04	8.4835E+03	1.1578E+04	1.6398E+04
10	8.0751E+03	5.3517E+03	6.9345E+03	8.0751E+03
14	1.6632E+04	8.5768E+03	1.1716E+04	1.6632E+04
15	8.0046E+03	5.3547E+03	6.9258E+03	8.0046E+03
19	1.6801E+04	8.9231E+03	1.2098E+04	1.6801E+04
20	7.9546E+03	5.0847E+03	6.6367E+03	7.9546E+03
24	1.1113E+04	5.7331E+03	7.9125E+03	1.1113E+04
25	3.9461E+03	2.5249E+03	3.3160E+03	3.9461E+03

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN TUMPUAN BALOK TULANGAN RANGKAP

Dia. Tul. Tarik : 25 Dia. Tul. Sengkang : 10
 Dia. Tul. Tekan : 25 Sel. Beton : 4

No Elm	DIMENSI			n	Lap	T/L	Momen	
	B cm	H cm	L m				Tar Des	Tar Des
4	35	55	7.2	11	3	5	4.415E+04	5.059E+04
				2	1	5		
5	35	55	7.2	11	3	5	4.414E+04	5.059E+04
				2	1	5		
9	35	55	7.2	11	3	5	4.146E+04	5.059E+04
				2	1	5		
10	35	55	7.2	11	3	5	4.148E+04	5.059E+04
				2	1	5		
14	30	45	7.2	11	3	4	3.590E+04	4.142E+04
				4	1	4		
15	30	45	7.2	11	3	4	3.587E+04	4.142E+04
				4	1	4		
19	30	45	7.2	9	3	4	2.870E+04	3.361E+04
				2	1	4		
20	30	45	7.2	9	3	4	2.872E+04	3.361E+04
				2	1	4		
24	25	40	7.2	7	3	3	1.420E+04	2.099E+04
				3	1	3		
25	25	40	7.2	7	3	3	1.419E+04	2.099E+04
				3	1	3		

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN MAKSIMUM BALOK TULANGAN SEBELAH

Dia. Tul. Tarik : 25 Dia. Tul. Sengkang : 10 Sel. Beton : 4

No Elemen	DIMENSI			n	Jum Lap	Jum Tul /Lap	Momen	
	B cm	H cm	L m				Rencana kg.m	Tampang kg.m
4	35	50	7.2	5	1	5	1.806E+04	2.468E+04
5	35	50	7.2	2	1	2	7.605E+03	1.045E+04
9	35	50	7.2	4	1	4	1.640E+04	2.013E+04
10	35	50	7.2	2	1	2	8.075E+03	1.045E+04
14	30	45	7.2	5	2	4	1.663E+04	1.956E+04
15	30	40	7.2	3	1	3	8.005E+03	1.241E+04
19	30	45	7.2	5	2	4	1.680E+04	1.956E+04
20	30	40	7.2	3	1	3	7.955E+03	1.241E+04
24	25	35	7.2	4	2	3	1.111E+04	1.196E+04
25	25	35	7.2	2	1	2	3.946E+03	6.527E+03

<<< DATA PERANCANGAN BALOK >>>

DESAIN UNTUK SATU BALOK

1. Mutu Bahan		
Kuat Desak Beton	= 30	Mpa
Kuat Tarik Baja	= 300	Mpa
2. Momen Rencana	= 4.415e4	Kg.m
3. Rencana Tampang		
Selimut Beton	= 4	cm
Perbandingan d/b	= 1.6	
4. Diameter Tulangan		
Pokok Desak	= 25	mm
Pokok Tarik	= 25	mm
Sengkang	= 10	mm

Apakah data sudah benar (T/Y) ?

HASIL PERENCANAAN BALOK

Dimensi : Lebar	: 35	cm
Tinggi	: 55	cm
Selimut Beton	: 4	cm
Data Bahan		
Kuat Tekan Beton	: 30	Mpa
Tegangan Luluh Baja	: 300	Mpa
Dia Tul Pokok : Tarik	: 25	mm
Tekan	: 25	mm
Dia Tul Sengkang	: 10	mm
Jumlah Tulangan : Tarik	: 11	buah
Tekan	: 2	buah
Jumlah Lapis : Tarik	: 3	lapis
Tekan	: 1	lapis
Jumlah Tul/Perlapis Tarik	: 5	buah
Tekan	: 5	buah
Momen Rencana	: 4415000	kg.cm
Momen Tampang Nominal	: 5059359	kg.cm

Balok dengan Tulangan Rangkap

<<< DATA ANALISA BALOK >>>

Desain Ulang
Selesai

ANALISA UNTUK SATU BALOK

1. Mutu Bahan
 - Kuat Desak Beton = 30 Mpa
 - Kuat Tarik Baja = 275 Mpa
2. Dimensi Balok
 - Lebar = 30 cm
 - Tinggi = 50 cm
 - Selimit Beton = 4 cm
3. Data Tulangan
 - Jumlah Tulangan Desak = 2
 - Jumlah Tulangan Tarik = 4
 - Diameter Tulangan Desak = 22 mm
 - Diameter Tulangan Tarik = 22 mm
 - Diameter Sengkang = 10 mm

Apakah data sudah benar (T/Y) ?

Momen Tampang Nominal = 11564.28 kg.m

<<< DATA ANALISA BALOK >>>

Desain Ulang
Selesai

ANALISA UNTUK SATU BALOK

1. Mutu Bahan
 - Kuat Desak Beton = 30 Mpa
 - Kuat Tarik Baja = 285 Mpa
2. Dimensi Balok
 - Lebar = 30 cm
 - Tinggi = 45 cm
 - Selimit Beton = 5 cm
3. Data Tulangan
 - Jumlah Tulangan Desak =
 - Jumlah Tulangan Tarik = 3
 - Diameter Tulangan Desak = mm
 - Diameter Tulangan Tarik = 25 mm
 - Diameter Sengkang = 10 mm

Apakah data sudah benar (T/Y) ?

Momen Tampang Nominal = 11758.19 kg.m

<< PERHITUNGAN PLAT >>

DATA PERANCANGAN PLAT

1. Jenis Plat (Atap/Lantai) = LANTAI
 2. Mutu Bahan
 - Kuat Desak Beton = 25 Mpa
 - Kuat Tarik Baja = 175 Mpa
 3. Beban Hidup = 250 kg/m²
 4. Panjang Plat = 7 m
 5. Lebar Plat = 3 m
 6. Plat yang ditinjau berada pada :
 - Bentang Ke = 1
 - Jumlah Bentang = 2
 8. Diameter Tulangan
 - Pokok = 16 mm
 - Pembagi/Susut = 12 mm
- Apakah data sudah benar (T/Y) ?
- Tebal Plat Minimum = 81.25 mm
- Tebal Plat yang direncanakan = 100 mm

Hasil Perencanaan Plat

1. Data Bahan
 - Kuat Tekan Beton = 25 Mpa
 - Kuat Luluh Baja = 175 Mpa
2. Tebal plat = 100
3. Tumpuan
 - Tulangan Pokok = \emptyset 16 - 300
 - Tulangan Susut = \emptyset 16 - 500
4. Lapangan
 - Tulangan Pokok = \emptyset 16 - 300
 - Tulangan Susut = \emptyset 16 - 500
5. Luas Tulangan Tumpuan pakai = 6.7048E+02 cm²
6. Luas Tulangan Lapangan pakai = 6.7048E+02 cm²
7. Luas Tulangan Susut pakai = 4.0229E+02 cm²

Menurut SKSNI Luas Tul Tumpuan atau Lapangan Harus lebih besar dari Luas Tul Susut

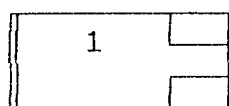
Pengaruh plat terhadap retak : Tidak dicek karena $f_y < 300$ Mpa

<< PERHITUNGAN PLAT >>

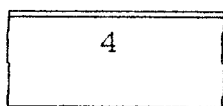
DATA PERANCANGAN PLAT

1. Jenis Plat (Atap/Lantai) = ATAP
 2. Mutu Bahan
 - Kuat Desak Beton = 25 Mpa
 - Kuat Tarik Baja = 175 Mpa
 3. Beban Hidup = 150 kg/m²
 4. Panjang Plat = 3.5 m
 5. Lebar Plat = 3.5 m
 6. Plat yang ditinjau berada pada :
 - Bentang Ke = 1
 - Jumlah Bentang = 2
 8. Diameter Tulangan
 - Pokok = 16 mm
 - Pembagi/Susut = 12 mm
- Apakah data sudah benar (T/Y) ?

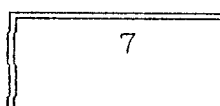
<< PERHITUNGAN PLAT >>



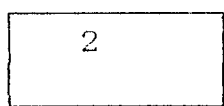
Type Va



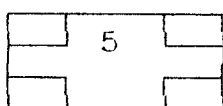
Type IVb



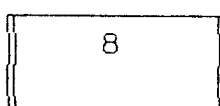
Type III



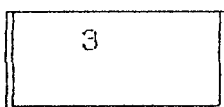
Type Vb



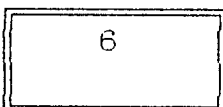
Type I



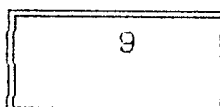
Type IVa



Type VIa



Type II



Type VIIb

Plat Dua Arah

Ly/Lx = 1
Pilih Type Plat : 6

	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	Fak. Momen
ly/lx :	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	
Mlx :	25	34	42	49	53	58	62	65	Xlx : 25
Mly :	25	22	16	15	15	15	14	14	Xly : 25
Mtx :	51	63	72	78	81	82	83	83	Xtx : 51
Mty :	51	54	55	54	54	53	51	49	Xty : 51

<< PERHITUNGAN PLAT >>

esain Ulang
retak
pelel

Hasil Perencanaan Plat Dua Arah

1. Tebal plat = 100
2. Tumpuan
 - Tulangan Pokok = \varnothing 16 - 300
 - Tulangan Susut = \varnothing 16 - 500
3. Lapangan
 - Tulangan Pokok = \varnothing 16 - 300
 - Tulangan Susut = \varnothing 16 - 500
4. Luas Tulangan Tumpuan pakai = 6.7048E+02 cm²
5. Luas Tulangan Lapangan pakai = 6.7048E+02 cm²
6. Luas Tulangan Susut pakai = 4.0229E+02 cm²

Menurut SKSNI Luas Tul Tumpuan atau Lapangan Harus lebih besar dari Luas Tul Susut

Pengaruh plat terhadap retak : Tidak dicek karena $f_y < 300$ Mpa

Hasil Perencanaan Plat

1. Data Bahan
 - Kuat Tekan Beton = 25 Mpa
 - Kuat Luluh Baja = 175 Mpa
2. Tebal plat = 100
3. Tumpuan
 - Tulangan Pokok = \varnothing 16 - 300
 - Tulangan Susut = \varnothing 16 - 500
4. Lapangan
 - Tulangan Pokok = \varnothing 16 - 300
 - Tulangan Susut = \varnothing 16 - 500
5. Luas Tulangan Tumpuan pakai = 6.7048E+02 cm²
6. Luas Tulangan Lapangan pakai = 6.7048E+02 cm²
7. Luas Tulangan Susut pakai = 4.0229E+02 cm²

Menurut SKSNI Luas Tul Tumpuan atau Lapangan Harus lebih besar dari Luas Tul Susut

Pengaruh plat terhadap retak : Tidak dicek karena $f_y < 300$ Mpa

<<< DATA PERANCANGAN PORTAL (Balok dan Kolom) >>>

DATA BALOK

Diameter Tul. Pokok Desak = 25 mm
Diameter Tul. Pokok Tarik = 25 mm
Diameter Tul. Sengkang = 10 mm
Perbandingan d/b = 1.8

DATA KOLOM

Diameter Tul. Pokok = 20 mm
Diameter Tul. Sengkang = 10 mm
Ratio Penulangan Total Pkolom = 4 %
Selimut Beton = 4 cm

Apakah data sudah benar (T/Y) ?

Proses Perhitungan Elemen Balok dan Kolom

25 24 21 22 23 20 19 16 17 18 15 14 11 12 13 10 9 6
8 5 4 1 2 3

PROSES TELAH SELESAI

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN BALOK TULANGAN SEBELAH

Dia. Tul. Tarik : 25

Dia. Tul. Sengkang : 10

Sel. Beton : 4

No Elemen	DIMENSI			n	Jum Lap	Jum Tul /Lap	Momen	
	B cm	H cm	L m				Rencana kg.m	Tampang kg.m
19	30	50	7.2	7	2	4	2.870E+04	3.074E+04
20	30	50	7.2	7	2	4	2.872E+04	3.074E+04

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN BALOK TULANGAN RANGKAP

Dia. Tul. Tarik : 25

Dia. Tul. Sengkang : 10

Dia. Tul. Tekan : 25

Sel. Beton : 4

No Elm	DIMENSI			n	Lap	T/L	Momen	
	B cm	H cm	L m				Tar Des	Tar Des
4	30	55	7.2	12	3	4	4.415E+04	5.261E+04
5	30	55	7.2	4	1	4	4.414E+04	5.261E+04
				12	3	4		
9	30	55	7.2	4	1	4	4.146E+04	4.802E+04
				11	3	4		
10	30	55	7.2	3	1	4	4.148E+04	4.802E+04
				11	3	4		
14	30	55	7.2	3	1	4	3.590E+04	4.342E+04
				10	3	4		
15	30	55	7.2	2	1	4	3.587E+04	4.342E+04
				10	3	4		
24	20	35	7.2	2	1	4	1.420E+04	1.529E+04
				6	3	2		
25	20	35	7.2	3	2	2	1.419E+04	1.529E+04
				6	3	2		

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN KOLOM

Dia. Tul. Tarik : 20

Dia. Tul. Sengkang : 10

Sel. Beton : 4

No Elemen	DIMENSI			Jumlah Tulangan Total	Gaya Vertikal		Keterangan
	Lebar cm	Tinggi cm	Panjang m		Rencana kg	Tampang kg	
1	45	45	4	12	7.997E+04	3.379E+05	Aman Boros
2	45	45	4	12	1.773E+05	4.817E+05	Runtuh Tekan
3	45	45	4	12	7.997E+04	3.379E+05	Aman Boros
6	45	45	3.5	12	6.233E+04	2.575E+05	Runtuh Tekan
7	45	45	3.5	12	1.379E+05	4.817E+05	Aman Boros
8	45	45	3.5	12	6.233E+04	2.575E+05	Runtuh Tekan
11	45	45	3.5	12	4.439E+04	2.328E+05	Aman Boros
12	45	45	3.5	12	9.907E+04	4.817E+05	Runtuh Tekan
13	45	45	3.5	12	4.439E+04	2.328E+05	Aman Boros
16	45	45	3.5	12	2.650E+04	1.584E+05	Runtuh Tekan
17	45	45	3.5	12	6.020E+04	4.817E+05	Aman Boros
18	45	45	3.5	12	2.650E+04	1.584E+05	Runtuh Tekan
21	45	45	3.5	12	8.637E+03	4.254E+04	Aman Boros
22	45	45	3.5	12	2.126E+04	4.817E+05	Runtuh Tarik
23	45	45	3.5	12	8.637E+03	4.254E+04	Aman Boros

<<< DATA PERANCANGAN PORTAL (Balok dan Kolom) >>>

DATA BALOK

Diameter Tul. Pokok Desak = 25 mm
 Diameter Tul. Pokok Tarik = 25 mm
 Diameter Tul. Sengkang = 10 mm
 Perbandingan d/b = 1.6

DATA KOLOM

Diameter Tul. Pokok = 25 mm
 Diameter Tul. Sengkang = 12 mm
 Ratio Penulangan Total Pkolom = 3 %
 Selimut Beton = 4 cm

Apakah data sudah benar (T/Y) ?

Proses Perhitungan Elemen Balok dan Kolom

25 24 21 22 23 20 19 16 17 18 15 14 11 12 13 10 9 6
 8 5 4 1 2 3

PROSES TELAH SELESAI

TABEL KEPUTUHAN TULANGAN BALOK TULANGAN RANGKAP
 Dia. Tul. Tarik : 25 Dia. Tul. Sengkang : 10
 Dia. Tul. Tekan : 25 Sel. Beton : 4

No Elm	DIMENSI			n	Lap	T/L	Momen	
	B cm	H cm	L m				Tar Des	Tar Des
4	35	55	7.2	11	3	5	4.415E+04	5.059E+04
				2	1	5		
5	35	55	7.2	11	3	5	4.414E+04	5.059E+04
				2	1	5		
9	35	55	7.2	11	3	5	4.146E+04	5.059E+04
				2	1	5		
10	35	55	7.2	11	3	5	4.148E+04	5.059E+04
				2	1	5		
14	30	45	7.2	11	3	4	3.590E+04	4.142E+04
				4	1	4		
15	30	45	7.2	11	3	4	3.587E+04	4.142E+04
				4	1	4		
19	30	45	7.2	9	3	4	2.870E+04	3.361E+04
				2	1	4		
20	30	45	7.2	9	3	4	2.872E+04	3.361E+04
				2	1	4		
24	25	35	7.2	6	2	3	1.420E+04	1.798E+04
				2	1	3		
25	25	35	7.2	6	2	3	1.419E+04	1.798E+04
				2	1	3		

TABEL KEBUTUHAN TULANGAN KOLOM

Dia. Tul. Tarik : 25

Dia. Tul. Sengkang : 12

Sel. Beton : 4

No Elemen	DIMENSI			Jumlah Tulangan Total	Gaya Vertikal		Keterangan
	Lebar cm	Tinggi cm	Panjang m		Rencana kg	Tampang kg	
1	45	45	4	6	7.997E+04	3.143E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
2	45	45	4	6	1.773E+05	4.495E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
3	45	45	4	6	7.997E+04	3.143E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
6	45	45	3.5	6	6.233E+04	2.391E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
7	45	45	3.5	6	1.379E+05	4.495E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
8	45	45	3.5	6	6.233E+04	2.390E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
11	45	45	3.5	6	4.439E+04	2.160E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
12	45	45	3.5	6	9.907E+04	4.495E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
13	45	45	3.5	6	4.439E+04	2.160E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
16	45	45	3.5	6	2.650E+04	1.358E+05	Aman Boros Runtuh Tarik
17	45	45	3.5	6	6.020E+04	4.495E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
18	45	45	3.5	6	2.650E+04	1.358E+05	Aman Boros Runtuh Tarik
21	45	45	3.5	6	8.637E+03	3.555E+04	Aman Boros Runtuh Tarik
22	45	45	3.5	6	2.126E+04	4.495E+05	Aman Boros Runtuh Tekan
23	45	45	3.5	6	8.637E+03	3.555E+04	Aman Boros Runtuh Tarik