

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI KASUS
PERENCANAAN BEBERAPA BANGUNAN
GEDUNG BERTINGKAT DI YOGYAKARTA DARI DATA
PERENCANAAN DAN HASIL TEST DI LAPANGAN

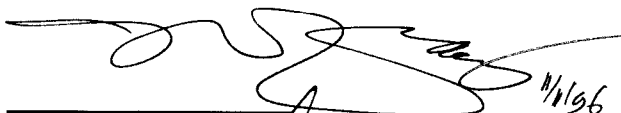
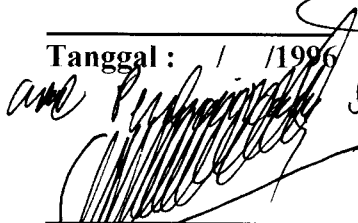
Disusun oleh :
SYAIFUL RACHMAT
No. Mhs. : 90 310 154
NIRM : 900051013114120125

SRI KADARINI
No. Mhs. : 90 310 154
NIRM : 900051013114120135

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DR. Ir. Widodo, MSCE. Phd.
Dosen Pembimbing I

Ir. A. Kadir Aboe, MS.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 1 / 1996

Tanggal : 08 / 1 / 1996

TUGAS AKHIR

STUDI KASUS

PERENCANAAN BEBERAPA BANGUNAN

GEDUNG BERTINGKAT DI YOGYAKARTA DARI DATA

PERENCANAAN DAN HASIL TEST DI LAPANGAN

*Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta*

Disusun oleh :
SYAIFUL RACHMAT
No. Mhs. : 90 310 154
NIRM : 900051013114120125

SRI KADARINI
No. Mhs. : 90 310 154
NIRM : 900051013114120135

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

ABSTRAK

Baja dan beton adalah salah satu bahan untuk struktur yang sebelumnya sudah ditentukan besar kekuatannya pada saat perencanaan struktur bangunan. Besarnya kekuatan bahan yang direncanakan erat kaitannya dengan faktor ekonomis, efisiensi dan fungsi bangunan itu. Permasalahannya adalah mutu bahan di lapangan tidak selalu sesuai dengan mutu bahan yang ditetapkan dalam perencanaan. Mutu bahan di lapangan kadang jauh melampaui mutu bahan yang disyaratkan dalam perencanaan, tetapi kadang mutu bahan di lapangan di bawah mutu bahan yang direncanakan. Pada kondisi pertama hanya berpengaruh pada nilai ekonomis dan efisiensi. Tetapi pada kondisi kedua faktor keamanan struktur bangunan harus ditinjau dan diambil tindakan-tindakan memperbaiki yang tentunya mengakibatkan pekerjaan menjadi tidak ekonomis dan efisien lagi.

Penelitian ini mencoba membandingkan dimensi struktur pada perencanaan dengan mutu bahan yang direncanakan dengan dimensi struktur hasil redesain dengan mutu bahan di lapangan.

Secara keseluruhan pada proyek-proyek yang ditinjau mutu bahan yang dihasilkan tidak sesuai dengan mutu bahan rencana. Pada Proyek Telkom tampang II adalah hasil redesain optimum, dengan penghematan yang dapat diperoleh sebesar 15 % dibanding disain pada perencanaan. Proyek STIE-YKPN tampang III adalah hasil redesain optimum, dengan penghematan sebesar 20,26 % dibanding disain pada perencanaan. Proyek Kanca BRI tampang II adalah hasil redesain optimum, dengan penghematan sebesar 28,06 % dibanding disain pada perencanaan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr wb.

Pertama kami ingin menyampaikan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang mengambil judul **STUDI KASUS PERENCANAAN BEBERAPA BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI YOGYAKARTA DARI DATA PERENCANAAN DAN HASIL TEST DI LAPANGAN.**

Tugas Akhir ini kami susun sebagai syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada program strata-I jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Permasalahan dalam Tugas Akhir ini diangkat dari kasus yang banyak terjadi pada proyek-proyek pembangunan di berbagai tempat. Yaitu tentang perbedaan antara mutu bahan dalam perencanaan dan mutu bahan yang dihasilkan di lapangan. Perbedaan mutu bahan ini menjadi sangat penting artinya jika selisihnya teramat besar, karena berkaitan dengan penghematan yang seharusnya dapat diperoleh jika dilakukan redesain pada proyek tersebut dengan mutu bahan yang sebenarnya dihasilkan di lapangan. Permasalahan yang kami paparkan di dalam Tugas Akhir ini masih sangat sedikit mengingat luasnya permasalahan yang ada, sehingga masih diperlukan penelitian selanjutnya.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih 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 dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Widodo MSCE, PHD, selaku Dosen Pembimbing pertama dalam Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. A. Kadir Aboe MS, selaku Dosen Pembimbing kedua dalam Tugas Akhir ini.
5. Proyek STIE-YKPN Yogyakarta yang telah memberikan data-data yang kami perlukan dalam Tugas Akhir ini.
6. Proyek Kantor TELKOM Yogyakarta yang telah memberikan data-data yang kami perlukan dalam Tugas Akhir ini.
7. Proyek Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta yang telah memberikan data-data yang kami perlukan dalam Tugas Akhir ini.
8. Berbagai pihak yang tak dapat kami sebutkan semuanya, atas bantuan, dukungan dan masukannya.

Kami menyadari dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dalam berbagai hal. Oleh karena itu kami mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca sekalian demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Dan kami berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca

sekalian, kami pribadi khususnya dan bagi mahasiswa Teknik Sipil pada umumnya.

Sekian dan terima kasih.

Wabillahir taufiq wal hidayah wassalamu'alaikum wr wb.

Hormat kami,

penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan Studi Kasus.....	3
1.4. Manfaat Studi Kasus.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	4

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA.....	5
	2.1. Umum	5
	2.2. Analisa dan Disain Kapasitas Balok T Dengan Metode Kekuatan Batas	5
	2.3. Analisa Lentur dan Geser Lentur Balok Beton Bertulang Tampang Tampang Segitiga.....	6
BAB III	ANALISA STRUKTUR.....	8
	3.1. Pengertian Beton.....	8
	3.2. Pengertian Baja.....	9
	3.3. Kuat Desak Beton.....	9
	3.3.1. Faktor air semen (fas).....	10
	3.3.2. Umur beton.....	10
	3.3.3. Pengaruh agregat	10
	3.4. Kuat desak beton karakteristik	11
	3.5. Kuat Tarik Baja Tulangan	11
	3.6. Metode Elastis	15
	3.6.1. Plat.....	16
	3.6.2. Balok.....	17
	3.6.3. Kolom.....	17
	3.7. Metode Ultimit (Ultimate Strength Design).....	18
	3.7.1. Kuat perlu.....	19
	3.7.2. Faktor reduksi kekuatan	20

3.7.3. Perencanaan plat metode kekuatan batas	21
3.7.4. Perencanaan Balok	24
3.7.5. Perencanaan Kolom	27
B A B I V STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT.....	31
4.1. Umum	31
4.2. Data Proyek	32
4.2.1. Data Proyek Pembangunan Gedung TELKOM	32
4.2.2. Data Proyek Pembangunan Gedung STIE - YKPN	36
4.2.3. Data Proyek Pembangunan Gedung Kanwil BRI	39
B A B V ANALISIS STRUKTUR, HASIL DAN PEMBAHASAN	44
5.1. Analisis Struktur	44
5.1.1. Beban	44
5.1.2. Physical dan material properti	45
5.1.3. Metode Analisis	45
5.2. Redisain tampang yang ditinjau	46
5.3. Hasil dan Pembahasan	53
5.3.1. Proyek Telkom Yogyakarta	53
5.3.2. Proyek STIE-YKPN Yogyakarta	55
5.3.3. Proyek Gedung BRI Yogyakarta	59
5.3.4. Perkiraan Harga Satuan Bahan	63

BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
6.1.	Kesimpulan.....	66
6.1.1.	Proyek Gedung Telkom Yogyakarta	66
6.1.2.	Proyek Gedung STIE-YKPN Yogyakarta	66
6.1.3.	Proyek Gedung BRI Yogyakarta	67
6.2.	Saran.....	67
PENUTUP.....		69

L A M P I R A N

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Tegangan-Regangan Baja	12
Gambar 2.2. Tegangan-Regangan Tipikal Berbagai Mutu Baja.....	14
Gambar 2.3. Penentuan Tegangan Leleh	15
Gambar 3.1. Diagram Tegangan-Regangan pada Pelat.....	22
Gambar 3.2. Diagram Tegangan-Regangan Balok T.....	24
Gambar 3.3. Panjang Pengangkuran	30
Gambar 4.1. Portal Lintang As-C Gedung Telkom Yogyakarta	33
Gambar 4.2. Portal Gedung STIE-YKPN Yogyakarta.....	37
Gambar 4.3. Portal Gedung BRI Yogyakarta	42
Gambar 5.1. Diagram Alir Perhitungan Pelat (PBI 1971).....	47
Gambar 5.2. Diagram Alir Perhitungan Balok (PBI 1971).....	48
Gambar 5.3. Diagram Alir Perhitungan Pelat (PBI 1971).....	49
Gambar 5.4. Diagram Alir Perhitungan Pelat (SK SNI T-15-1991-03).....	50
Gambar 5.5. Diagram Alir Perhitungan Balok (SK SNI T-15-1991-03).....	51
Diagram 5.6. Alir Perhitungan Pelat (SK SNI T-15-1991-03)	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Hasil Uji Desak Beton Proyek Gedung TELKOM.....	34
Tabel 4.2. Hasil Uji Tarik Baja Polos Proyek Gedung TELKOM.....	35
Tabel 4.3. Hasil Uji Tarik Baja Deform Proyek Gedung TELKOM.....	35
Tabel 4.4. Hasil Uji Desak Beton Proyek Gedung STIE-YKPN	38
Tabel 4.5. Hasil Uji Tarik Baja Polos Proyek Gedung STIE-YKPN.....	39
Tabel 4.6. Hasil Uji Tarik Baja Deform Proyek Gedung STIE-YKPN	39
Tabel 4.7. Hasil Uji Desak Beton Proyek Gedung BRI.....	40
Tabel 4.8. Hasil Uji Tarik Baja Polos Proyek Gedung BRI.....	41
Tabel 4.9. Hasil Uji Tarik Baja Deform Proyek Gedung BRI.....	41
Tabel 5.1. Dimensi dan Penulangan Pelat Telkom	53
Tabel 5.2. Hasil Redisain Balok Proyek Telkom	54
Tabel 5.3. Hasil Redisain Kolom Proyek Telkom	54
Tabel 5.4. Rata-rata Hasil Redisain Proyek Telkom	55
Tabel 5.5. Alternatif Redisain Portal Proyek Telkom yang Ditinjau	55
Tabel 5.6. Dimensi dan Penulangan Pelat STIE-YKPN	56
Tabel 5.7. Hasil Redisain Balok Proyek STIE-YKPN	57
Tabel 5.8. Hasil Redisain Kolom Proyek STIE-YKPN	58
Tabel 5.9. Rata-rata Hasil Redisain Proyek STIE-YKPN	59
Tabel 5.10. Alternatif Redisain Portal Proyek STIE-YKPN yang Ditinjau	59
Tabel 5.11. Dimensi dan Penulangan Pelat BRI	60

Tabel 5.12. Hasil Redisain Balok Proyek BRI	61
Tabel 5.13. Hasil Redisain Kolom Proyek BRI	61
Tabel 5.14. Rata-rata Hasil Redisain Proyek BRI	62
Tabel 5.15. Alternatif Redisain Portal Proyek BRI yang Ditinjau	63
Tabel 5.16. Kebutuhan Bahan dan Upah per 1 m ³ Beton	63
Tabel 5.17. Kebutuhan Bahan dan Upah Bekisting per 1 m ³ Beton	64
Tabel 5.18. Kebutuhan Bahan dan Upah untuk 100 Kg Baja	64
Tabel 5.19. Alternatif Redisain Portal Proyek Telkom yang Ditinjau	64
Tabel 5.20. Alternatif Redisain Portal Proyek STIE-YKPN yang Ditinjau	65
Tabel 5.21. Alternatif Redisain Portal Proyek BRI yang Ditinjau	65

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Analisis Struktur dengan Microfeap Proyek Gedung TELKOM
2. Hasil Analisis Struktur dengan Microfeap Proyek Gedung STIE-YKPN
3. Hasil Analisis Struktur dengan Microfeap Proyek Gedung BRI
4. Program Perhitungan Pelat (PBI 1971)
5. Program Perhitungan Balok (PBI 1971)
6. Program Perhitungan Kolom (PBI 1971)
7. Program Perhitungan Pelat (SK SNI T-15-1991-03)
8. Program Perhitungan Balok (SK SNI T-15-1991-03)
9. Program Perhitungan Kolom (SK SNI T-15-1991-03)
10. Penulangan Portal Gedung Telkom Yogyakarta
11. Penulangan Geser Portal Gedung Telkom Yogyakarta
12. Penulangan Portal Gedung STIE-YKPN Yogyakarta
13. Penulangan Geser Portal Gedung STIE-YKPN Yogyakarta
14. Penulangan Portal Gedung BRI Yogyakarta
15. Penulangan Geser Portal Gedung BRI Yogyakarta

NOTASI

A_s	= luas tulangan tarik non-pratekan, mm^2 .
A'_s	= luas tulangan tekan non-pratekan, mm^2 .
b	= lebar dari muka tekan komponen struktur, mm.
b_f	= lebar sayap efektif.
b_w	= lebar balok.
c	= jarak dari serat tekan terluar ke garis netral.
C_c	= pusat gaya tekan.
d	= jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik, mm.
D	= beban mati.
e	= eksentrisitas gaya normal terhadap garis sistim.
E	= pengaruh beban gempa.
E_a	= modulus elastisitas beton, Mpa.
E_s	= modulus elastisitas tulangan, Mpa.
EI	= kekakuan lentur komponen struktur tekan.
F_a	= luas tulangan memanjang total.
F_b	= luas penampang kolom.
f'_c	= kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa.
f_y	= tegangan leleh tulangan yang disyaratkan, Mpa.
h	= tinggi total penampang.
h_f	= tebal pelat lantai.

- \varnothing_s = diameter tulangan sengkang.
 β_b = faktor reduksi beban
 β_1 = faktor yang didefinisikan dalam ayat 3.3.2 butir 7 sub butir 1.
 τ'_b (sld) = kekuatan desak beton yang didapat dari benda uji silinder.
 τ'_b (kbs) = kekuatan desak beton yang didapat dari benda uji kubus.
 $\tau'_b m$ = kuat tekan beton rata-rata.
 $\sigma'_b k$ = kuat desak beton karakteristik.
 σ_a = tegangan tarik baja akibat beban kerja.
 $\bar{\sigma}_a$ = tegangan tarik baja yang diijinkan.
 σ'_b = tegangan desak beton akibat beban kerja.
 $\bar{\sigma}'_b$ = tegangan desak beton yang diijinkan.
 ϕ = faktor reduksi kekuatan.
 μ = koefisien friksi.
 T'_b (sld) = kuat desak beton sampel berbentuk silinder.
 T'_b (kbs) = kuat desak beton sampel berbentuk kubus.
 $T'_b m$ = kuat desak beton sampel rata-rata.
 $T'_b k$ = kuat desak beton sampel karakteristik.
 S = deviasi standard.

- ht = tinggi total penampang balok persegi atau balok T, ukuran penampang kolom didalam bidang lentur.
- I = momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor yang bekerja.
- (k1) = kuat leleh.
- (k2) = tulangan lebih.
- l = panjang bentang dari balok atau pelat satu arah.
- Ldh = sambungan lewatan.
- L = beban hidup.
- M1b = momen ujung atas kolom akibat beban vertikal.
- M2b = momen ujung bawah kolom akibat beban vertikal.
- M1s = momen ujung atas kolom akibat beban horisontal.
- M2s = momen ujung bawah kolom akibat beban horisontal.
- Mu = momen terfaktor pada penampang.
- Mmax = momen maximum pada penampang akibat beban luar.
- MD = momen akibat beban mati.
- ML = momen akibat beban hidup.
- Pu = gaya aksial ultimit.
- ΣPu = jumlah gaya aksial ultimit yang terjadi.
- W = akibat beban angin.
- x = jarak bersih antar tulangan arah horisontal.
- y = jarak bersih antar tulangan arah vertikal.
- \emptyset = diameter tulangan pokok.

B A B I

P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam era pembangunan dewasa ini, segala sektor dituntut untuk bersaing baik dalam mutu maupun pelayanannya, baik sektor bisnis, pendidikan, pariwisata, tempat hunian, sarana transportasi, telekomunikasi dan lain sebagainya. Untuk meningkatkan mutu dan pelayanan itu dibutuhkan sarana pendukung misalnya pembangunan bangunan bertingkat yang banyak dibangun saat ini. Untuk mewujudkan pembangunan sarana-sarana itu maka dilaksanakan suatu perencanaan bangunan berdasarkan kebutuhan dan fungsi bangunan, pertimbangan dari berbagai segi antara lain politik, ekonomi sosial dan budaya serta perencanaan strukturnya sendiri.

Perencanaan struktur bangunan akan melalui beberapa tahap antara lain melalui survey lapangan, disain arsitektur dan perhitungan dimensi struktur bangunan. Salah satu yang direncanakan sebelum mendimensi struktur bangunan adalah mutu bahan konstruksi. Dengan perencanaan mutu bahan konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan dan fungsi bangunan itu nantinya, maka akan diperoleh suatu bangunan yang ekonomis namun tetap terjamin keamanannya.

Gedung-gedung yang dibangun saat ini biasanya berupa struktur beton bertulang. Pada struktur beton bertulang bahan utama konstruksinya adalah beton

bertulang, dengan beton mutu K 300 dan baja U 22 untuk \varnothing 13 mm ke bawah, dan U 39 untuk baja di atas \varnothing 13 mm. Artinya gedung itu akan dibangun dengan beton yang mempunyai kuat desak karakteristik sebesar 300 kg/cm^2 , memakai baja yang bertegangan leleh sebesar 2200 kg/cm^2 yang berdiameter 13 mm ke bawah dan 3900 kg/cm^2 untuk yang berdiameter lebih besar dari 13 mm.

1.2. Permasalahan

Salah satu aspek dalam perencanaan suatu bangunan seperti telah disebutkan di atas adalah perencanaan mutu bahan konstruksi yang akan dipakai, dalam hal ini mutu beton rencana dan mutu baja rencana. Perencanaan mutu bahan ini diperlukan sebagai dasar dalam perhitungan dimensi struktur bangunan.

Yang menjadi permasalahan adalah bahwa mutu bahan konstruksi di lapangan dari hasil test di laboratorium sering kali tidak sesuai dengan mutu bahan yang direncanakan semula. Mutu bahan hasil test ada yang di atas atau bahkan di bawah mutu bahan rencana.

Kondisi ini akan berpengaruh pada nilai ekonomis dan efisiensi dalam proyek pembangunan tersebut. Sebab apabila hasil test laboratorium menunjukkan bahwa mutu bahan yang dihasilkan ternyata di bawah mutu bahan yang direncanakan, maka harus dilakukan suatu tindakan atau upaya agar fungsi dan faktor keamanan bangunan tetap terjamin. Upaya ini tentunya memerlukan waktu dan biaya sehingga proyek tersebut menjadi berkurang nilai ekonomisnya dan kurang efisien. Sebaliknya bila hasil test laboratorium terlampaui jauh di atas

mutu bahan rencana, ini berarti suatu pemborosan. Karena dengan mutu bahan konstruksi yang lebih tinggi akan didapat dimensi struktur yang lebih kecil.

1.3. Tujuan Studi Kasus

Tujuan studi kasus ini adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan dimensi struktur di lapangan dengan mutu beton dan baja rencana dan dimensi struktur berdasarkan mutu beton dan baja yang dihasilkan.
2. Mengetahui besarnya penghematan ataupun penambahan volume pekerjaan dengan mutu bahan yang sesungguhnya di lapangan.

1.4. Manfaat Studi Kasus

Manfaat studi kasus ini antara lain :

1. Studi kasus ini diharapkan dapat diaplikasikan pada berbagai proyek yang akan ataupun tengah dibangun.
2. Dapat menghitung besar volume tambahan ataupun penghematan yang didapat dari mutu beton dan baja yang dihasilkan di lapangan.
3. Dapat diambil tindakan berkaitan dengan mutu beton dan baja yang dihasilkan di lapangan dari hasil test di laboratorium, tanpa mengubah nilai keamanan bangunan sebagai unsur yang sangat penting.

1.5. Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam studi kasus ini dibatasi sebagai berikut :

1. Membandingkan data dari hasil perencanaan dan data hasil test di laboratorium, yang meliputi kuat desak beton dan kuat tarik baja.
2. Merencanakan dimensi struktur berdasarkan kekuatan bahan dari hasil test di laboratorium, yaitu dimensi pelat lantai, balok dan kolom, khususnya akibat gaya lentur. Akibat gaya geser tidak dibahas dalam penelitian ini.
3. Membandingkan antara dimensi struktur hasil perencanaan semula dengan dimensi struktur dari perencanaan berdasarkan kekuatan bahan hasil test di laboratorium.

1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam studi kasus ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data-data dari berbagai proyek khususnya di kodya Yogyakarta yang terdiri dari data test kuat tekan beton dan uji tarik baja dari laboratorium, gambar struktur, dasar perhitungan struktur dan lain sebagainya.
2. Menghitung besarnya kekuatan beton dan kekuatan baja dari data yang didapatkan dari hasil test di laboratorium dari berbagai proyek di atas.
3. Mendimensi struktur dengan kekuatan bahan yang sesungguhnya di lapangan.
4. Membandingkan antara dimensi struktur dengan kekuatan beton dan baja rencana dengan kekuatan beton dan baja di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Untuk merancang/mendisain struktur bangunan diperlukan penguasaan ilmu tentang struktur, baik analisa struktur, struktur beton, struktur baja dan lain sebagainya yang berhubungan dengan struktur. Salah satu yang direncanakan sebelum mendimensi struktur bangunan adalah mutu bahan konstruksi karena sangat berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi bangunan. Dengan menentukan mutu bahan konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan dan fungsi bangunan itu diusahakan pengeluaran biaya dapat seekonomis mungkin namun nilai kekuatan dan nilai keamanannya tetap terjamin.

2.2. Analisa dan Disain Kapasitas Balok T dengan Metode Elastis dan Kekuatan Batas

Penelitian ini dilakukan oleh Alwa G. dan Arief Muharto (1995). Tujuannya untuk membandingkan antara metode kekuatan batas dengan metode elastis dalam mendukung momen, sehingga dapat diketahui metode yang lebih efisien dalam perencanaan balok T.

Proses disain ini dimulai dengan menentukan data yang diperlukan dalam mendisain balok T seperti mutu beton dan baja, panjang balok serta data-

data yang lain yang digunakan dalam mendisain balok T kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam rumus perencanaan baik dengan metode elastis dan metode kekuatan batas.

Hasil dari disain ini adalah untuk pemakaian penampang balok T yang sama antara metode kekuatan batas dengan metode elastis menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode kekuatan batas lebih ekonomis dibandingkan metode elastis. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan dengan metode kekuatan batas akan lebih efisien dari metode elastis.

2.3. Analisa Lentur dan Geser Lentur Balok Beton Bertulang Tampang Segitiga

Penelitian yang dilakukan oleh Johanis Suhali dan Barliyan (1994) ini tujuannya untuk menganalisa komparasi kapasitas lentur balok beton bertulang tampang persegi dengan balok beton bertulang tampang segitiga, juga memperkenalkan balok beton bertulang tampang segitiga sebagai alternatif lain elemen struktur pendukung bangunan. Analisa ini berpedoman pada PBI 1971.

Langkah-langkah yang harus ditempuh dalam menghitung kuat lentur pada balok beton bertulang tampang segitiga yang telah mengalami reduksi pada ujung beton di daerah tarik adalah sebagai berikut :

- a. Dihitung besar reduksi ujung beton.
- b. Dihitung letak garis netral.
- c. Diperiksa jarak antar tulangan.
- d. Dihitung jarak lengan momen.

e. Dihitung kuat lentur balok.

Hasil analisa ini adalah untuk volume beton yang sama kapasitas lentur tampang segitiga lebih besar bila dibandingkan dengan balok tampang persegi. Dan volume yang dipakai pada balok segitiga tereduksi lebih kecil dibanding volume beton yang dipakai pada balok persegi.

Dari hasil penelitian ataupun tulisan ilmiah di atas tidak dapat digunakan untuk merancang atau mendisain struktur bangunan secara keseluruhan. Seperti halnya penelitian yang di tulis oleh Alwa G. dan Arief Maharta (1995) hanya menganalisa tentang kapasitas balok T saja dengan menggunakan metode elastis dan kekuatan batas. Demikian juga dengan penelitian yang ditulis oleh Johanis Suhali dan Barliyan (1994), penelitian ini penganalisaannya dengan menggunakan metode elastis dalam membandingkan kapasitas lentuk bertulang persegi dengan segitiga, dengan kata lain tulisan di atas ini hanya untuk merencanakan dimensi balok saja.

Dalam penelitian ini disain struktur bangunan yang ditinjau meliputi balok, kolom dan pelat. Sedangkan metode yang dipakai adalah metode elastis dan metode ultimit dan disesuaikan dengan metode disain yang dipakai dalam mendisain struktur bangunan gedung itu semula (seperti dalam perencanaan proyek).

BAB III

ANALISA STRUKTUR

3.1. Pengertian Beton

Beton adalah bahan yang diperoleh dari mencampur semen, pasir, agregat kasar dan halus, air dan juga kadang-kadang ditambah dengan bahan kimia tambahan ("admixture"). Dari material tersebut diaduk dengan merata sampai bersifat plastis yang kemudian dituangkan dalam cetakan dan dibiarkan hingga mengeras. Pengerasan tersebut terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dengan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran tersebut selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung antara lain bahan dasar pembentuknya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan. Campuran beton yang baik harus memenuhi faktor sebagai berikut :

1. kekuatan (strenght) tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat,
2. tahan lama (awet) yakni mempunyai sifat tahan terhadap karat oleh kondisi lingkungan,

3. kemudahan pengerjaan (workability), sifat ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat-sifat bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton.

3.2. Pengertian Baja

Baja adalah merupakan paduan antara besi dengan karbon yang berbentuk batang yang biasa digunakan untuk penulangan beton. Berdasarkan bentuknya baja tulangan terdiri dari baja tulangan polos dan baja tulangan ulir (deform).

1. Baja tulangan polos merupakan batang baja yang permukaannya licin (rata).
2. Baja tulangan ulir merupakan batang dengan bentuk permukaan khusus untuk mendapatkan pelekatan (bonding) pada beton yang lebih baik dari pada baja tulangan polos pada luas penampang yang sama.

3.3. Kuat Desak Beton.

Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat desaknya lebih tinggi. Dengan demikian untuk meninjau beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat desaknya saja. Dan kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi sifat-sifat yang lain juga baik. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. faktor air semen (fas)
2. umur beton

3. pengaruh agregat.

3.3.1. Faktor air semen (fas)

Kuat desak beton pada umur-umur tertentu sangat dipengaruhi oleh perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton. Dengan kata lain jika angka perbandingan air terhadap semen sudah tertentu, maka kekuatan beton yang direncanakan pada umur tertentu pada dasarnya dapat diperoleh dengan syarat bahwa campuran tersebut dapat dikerjakan, agregatnya baik, tahan lama dan bebas material yang merugikan.

3.3.2. Umur beton

Suatu beton apabila umurnya bertambah maka kekuatannya (kuat desak, kuat tarik dan kuat lekat) bertambah tinggi. Yang dimaksud dengan umur beton adalah waktu yang dihitung sejak beton dicor. Pada umumnya standar kekuatan beton dipakai kuat tekan beton pada umur 28 hari, namun jika keadaan mendesak pada beton yang berumur kurang dari 28 hari boleh dilakukan pengujian kuat desak beton tetapi dengan syarat hasilnya harus dibagi dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat desak beton pada umur 28 hari. Nilai faktor pembagiannya dapat dilihat pada bab 4 tabel 4.1.4. PBI 1971.

3.3.3. Pengaruh agregat

Pengaruh agregat terhadap kekuatan beton yang utama adalah bentuk, tekstur permukaan dan ukuran maksimum agregat itu sendiri. Untuk menghasilkan kuat desak beton yang tinggi maka diusahakan untuk memilih

bentuk agregat yang bersudut (batu pecah) karena mempunyai luasan permukaan yang lebih besar daripada agregat yang bulat (kerikil), sehingga mempunyai daya lengket dengan pasta lebih kuat.

3.4. Kuat desak beton karakteristik

Kuat desak beton karakteristik adalah kekuatan desak dari hasil pemeriksaan sejumlah benda uji yang memungkinkan adanya kekuatan desak yang kurang dari itu terbatas sampai 5 % saja.

Untuk memperoleh kualitas beton sesuai dengan kuat tekan beton yang disyaratkan, dianjurkan untuk membuat sedikit di atas dari kuat desak beton yang disyaratkan. Apabila kuat desak beton rata-rata di bawah kuat desak beton yang disyaratkan maka pengecoran tersebut harus dihentikan dan dalam waktu singkat harus diadakan percobaan non-destruktif pada bagian konstruksi yang kekuatan betonnya meragukan itu. Untuk lebih jelasnya lagi dapat di baca pada buku PBI 1971 bab 4 pasal 4.8. ayat 1- 3.

Selain dari sudut persyaratan kuat tekan juga dapat pula dievaluasi dari sudut biaya, karena jika kuat desak beton yang diperoleh terlalu tinggi di atas persyaratan biaya pembuatan beton biasanya terlalu mahal. Adapun cara menghitung kuat tekan beton karakteristik (σ'_{bk}) bisa dilihat pada PBI 1971 bab 4 pasal 4.5.

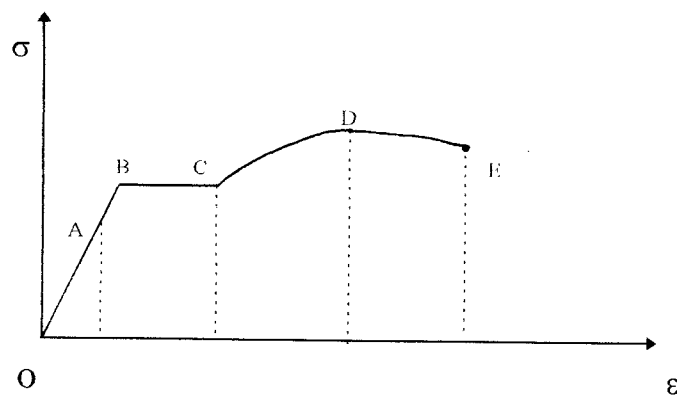
3.5. Kuat Tarik Baja Tulangan

Agar perancangan struktur dapat optimal, sehingga hasil rancangan cukup aman dan ekonomis, maka sifat-sifat mekanika bahan struktur perlu

diketahui dengan baik. Jika sifat-sifat bahan struktur tidak dikuasai, hasil perancangan tidak saja dapat boros, tetapi juga dapat berbahaya.

Sifat-sifat baja struktur dapat dipelajari dari diagram tegangan-regangan. Diagram ini menyajikan informasi yang penting pada baja dalam berbagai tegangan. Untuk membuat diagram tegangan-regangan, perlu dilakukan pengujian bahan. Pengambilan spesimen untuk pengujian bahan beserta bentuk dan ukurannya dilakukan berdasarkan suatu peraturan, misalnya PUBI, ASTM, British Standard dan sebagainya.

Pengujian tarik spesimen baja dapat dilakukan memakai Universal Testing Machine (UTM). Dengan mesin ini spesimen ditarik dengan gaya yang berubah-ubah, dari nol diperbesar sedikit demi sedikit sampai batang putus. Pada saat spesimen ditarik, besar gaya atau tegangan dan perubahan panjang batang atau regangan dimonitor. Pada UTM yang mutakhir, hasil monitoring ini dapat disimpan dalam disk, atau disajikan dalam bentuk diagram tegangan-regangan lewat plotter.



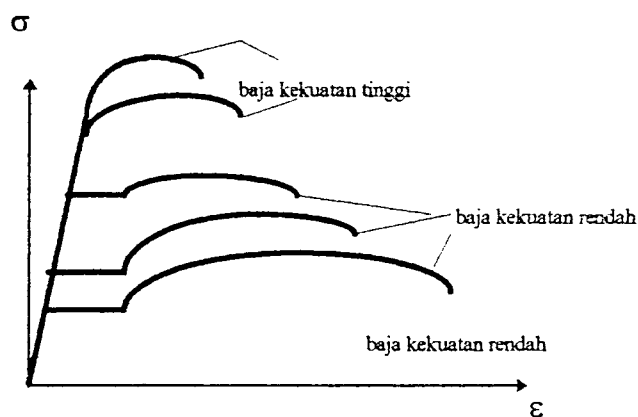
Gambar 2.1 Diagram Tegangan-Regangan Baja

Suatu diagram tegangan-regangan normal tipikal dapat dilihat pada gambar di atas. Tampak bahwa antara tegangan dan regangan pada OA linear, sedang di atas OA diagram tidak linear lagi, sehingga titik A disebut sebagai batas sebanding (proporsional limit). Tegangan yang terjadi pada titik A ini disebut tegangan batas sebanding (σ_p). Sedikit di atas A terdapat batas elastis bahan. Hal ini berarti bahwa batang yang dibebani sedemikian sehingga tegangan yang timbul tidak melampaui σ_e , panjangnya akan kembali ke panjang semula jika beban dihilangkan. Pada umumnya tegangan σ_p dan σ_e relatif cukup dekat, sehingga kedua tegangan tersebut dianggap sama, yaitu sebesar σ_e . Regangan yang timbul saat spesimen putus, pada umumnya berkisar 150-200 kali regangan elastis (ϵ_e).

Di atas tegangan elastis σ_e , pada titik B baja mulai leleh. Tegangan di titik B disebut sebagai tegangan leleh (σ_l). Pada saat leleh ini seperti terlihat pada gambar di atas, baja masih mempunyai kekuatan. Hal ini berarti bahwa pada saat leleh, baja masih mampu menghasilkan gaya perlawanan. Bentuk kurva pada bagian leleh ini mula-mula mendekati datar, berarti tidak ada tambahan tegangan sekalipun regangan bertambah. Hal ini berakhir pada saat mulai terjadi pengerasan regangan (strain hardening) di titik C, kurva naik ke atas lagi sampai dicapai kuat tarik (tensile strength) di titik D. Setelah itu kurve turun dan spesimen retak (fracture) di titik E.

Diagram tegangan-regangan ini dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian bahan, dengan anggapan luas tampang spesimen tidak mengalami perubahan selama pembebanan.

Untuk diagram tegangan-regangan tipikal untuk berbagai baja dengan mutu diperlihatkan pada gambar berikut ini :

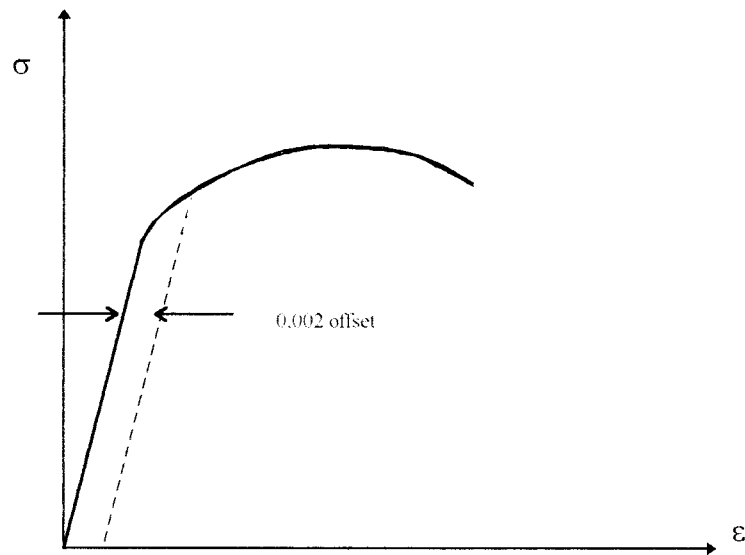


Gambar 2.2 Tegangan-regangan Tipikal Berbagai Mutu Baja

Dari diagram tegangan-regangan tersebut di atas tampak bahwa besar elastisitas bahan, yang sering disebut modulus Young dan diberi simbol E , tidak dipengaruhi oleh besar tegangan lelehnya. Lebih jelas terlihat bahwa semakin tinggi tegangan leleh baja, semakin kecil regangan putus bahan. Hal ini memperlihatkan semakin tinggi tegangan leleh baja, maka baja semakin getas.

Dalam perancangan secara elastis, tegangan ijin pada baja dikaitkan dengan tegangan dasar. Tegangan dasar diambil sebesar tegangan leleh dibagi dengan faktor aman 1,5. Dengan dasar itu diharapkan tegangan yang terjadi pada struktur tidak akan melampaui tegangan batas elastis, sehingga batang selalu kembali ke bentuk asal pada saat tidak ada pembebanan.

Dari hasil pengujian bahan sering kali tegangan leleh bahan tidak begitu jelas. Maka tegangan leleh ini dianggap sebagai tegangan yang menimbulkan regangan tetap sebesar 0,2 %. Sehingga tegangan leleh ini dapat ditentukan dari diagram tegangan-regangan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Penentuan Tegangan Leleh

Setiap bangunan yang menggunakan konstruksi beton bertulang harus direncanakan sedemikian sehingga pemakaiannya terjamin. Terdapat banyak metode cara perhitungan konstruksi beton yang sering digunakan, antara lain adalah metode elastis dan metode ultimit (ultimat strength design).

3.6. Metode Elastis

Perhitungan dengan metode elastis meliputi hal-hal sebagai berikut :

- a. Statika konstruksi, yaitu perhitungan momen dan gaya-gaya di dalam konstruksi akibat beban dengan menggunakan prinsip dari teori elastis.

- b. Disain tampang yaitu mendisain penampang beton dari ketentuan yang sudah ada sebelumnya untuk mendapatkan dimensi penampang yang memenuhi syarat dalam hal kekuatan dan keamanan.
- c. Analisa tampang yaitu hitungan kekuatan penampang beton serta jumlah tulangan yang sudah didisain akibat momen dan gaya yang bekerja pada penampang tersebut. Dalam hal ini, maka pada setiap penampang kritis dari konstruksi tidak boleh bekerja tegangan-tegangan yang melampaui tegangan ijin bahan.

Kekuatan desak ijin beton diperoleh dari kuat desak karakteristik (σ'_{bk}) dikalikan dengan suatu faktor tertentu, sedang kekuatan tarik ijin baja tulangan didapat dari tegangan leleh karakteristik (σ_{au}) atau tegangan karakteristik yang memberikan regangan sebesar 0,2 % ($\sigma_{0.2}$) dikalikan dengan suatu faktor tertentu pula. Besarnya nilai faktor untuk beton dan baja tulangan berbeda. Dan nilainya tergantung pada jenis pembebanan, keadaan lingkungan dan letak bagian konstruksi tersebut seperti dijelaskan di atas. Tegangan ijin baja-tulangan dan beton dapat dilihat pada tabel 10.4.1. dan 10.4.2. PBI 1971.

3.6.1. Plat

- a. Tebal minimum untuk plat lantai atau atap dan diameter minimum baik untuk tulangan pokok maupun untuk tulangan pembagi, ketentuannya dapat di lihat pada pasal 9.1. PBI 1971.

- b. Tebal penutup beton untuk plat diambil sesuai ketentuan pada pasal 7.2 - 7.3 PBI 1971 dan bila diperhitungkan terhadap ketahanan pada kebakaran terhadap suatu waktu tertentu diambil menurut ketentuan pada tabel 7.3.2 PBI 1971.
- c. Jarak antar tulangan di atur sesuai pasal 8.16 PBI 1971.
- d. Macam dukungan pelat dan besarnya momen yang bekerja diperhitungkan sesuai ketentuan pasal 13.3 dan tabel 13.3.1 - 13.3.2.PBI 1971.

3.6.2. Balok

- a. Lebar serta diameter tulangan minimum balok ketentuannya dapat di lihat pada pasal 9.3 PBI 1971.
- b. Penutup beton untuk balok berhubung dengan keadaan keliling diambil menurut pasal 7.2 PBI tahun 1971 dan bila diperhitungkan terhadap kebakaran maka diambil sesuai ketentuan tabel 7.3.3 PBI 1971.
- c. Jarak antar tulangan diambil sesuai ketentuan pasal 8.16 PBI 1971.
- d. Menentukan tumpuan yang mendukung ujung-ujung balok seperti pada ketentuan pasal 13.2 PBI 1971.

3.6.3. Kolom.

- a. Ukuran sisi kolom serta diameter tulangan minimum ketentuannya dapat dilihat pada pasal 9.7 PBI 1971.
- b. Tebal penutup beton berhubung dengan keadaan keliling diambil sesuai ketentuan pada pasal 7.2 PBI 1971 dan bila diperhitungkan terhadap bahaya kebakaran maka seperti ketentuan pada tabel 7.3.5 dan 7.3.6 PBI 1971.

c. Jarak tulangan diambil seperti ketentuan pada pasal 8.16 PBI 1971.

d. Luas tulangan memanjang kolom diambil sebesar : $1 \% F_b < F_a < 6 \% F_b$.

Pada setiap konstruksi bangunan bertingkat dari beton bertulang harus mempunyai kolom-kolom yang mempunyai kekakuan sedemikian sehingga pada setiap pembebanan yang bekerja pada konstruksi tersebut, stabilitas konstruksi terhadap tekuk secara keseluruhan dapat terjamin.

Untuk memperhitungkan tekuk parsial dari kolom-kolom dapat dilakukan dengan cara memberikan eksentrisitas tambahan pada eksentrisitas-awal (e_0). Eksentrisitas tambahan untuk memperhitungkan tekuk dapat dilihat pada pasal 10.6.3 PBI 1971. Apabila dalam perencanaan harga $e < (ht/2 - d)$ maka perencanaan dengan eksentrisitas kecil dan apabila harga $e > (ht/2 - d)$ maka perencanaan dengan eksentrisitas besar.

3.7. Metode Ultimit (Ultimate Strength Design).

Metode ultimit telah diterapkan dalam peraturan SK SNI T-15-1991-03.

Perbedaan metode ultimit dengan metode elastis terletak pada :

1. sistem pembebanan,
2. metode analisis tampang.

Perencanaan dengan metode ultimit (ultimate strength method) beban kerja dinaikkan secukupnya dengan memberikan suatu faktor beban (load factor) sehingga akan diperoleh suatu beban pada batas akhir keruntuhan. Beban ini disebut beban berfaktor (load factored). Unsur tersebut diproporsikan sedemikian hingga mencapai kekuatan pada saat bekerjanya beban berfaktor. Perhitungan

dengan metode ini mempunyai hubungan yang tidak linier antara tegangan dan regangan.

Metode perencanaan ini dapat dinyatakan bahwa kekuatan yang tersedia lebih besar atau sama dengan kekuatan yang diperlukan untuk memikul beban berfaktor. Kekuatan yang tersedia (ultimate strength) dihitung sesuai peraturan yang telah ditetapkan, sedang kekuatan yang diperlukan adalah kekuatan yang dihitung dengan menggunakan analisis struktur (mekanika).

Dengan metode batas ini, tidak berarti bahwa komponen struktur akan leleh atau runtuh di bawah beban kerja. Karena sebenarnya pada keadaan beban kerja perilaku struktur adalah elastis. Penggunaan istilah keruntuhan di bawah beban berfaktor pada metode ini hanya merupakan suatu cara untuk menetapkan keamanan yang cukup.

3.7.1. Kuat perlu.

Agar supaya struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan laik pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban berikut :

1. kuat perlu U yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan $U = 1,2 D + 1,6 L$.
2. bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D , L dan W berikut harus dipelajari untuk menentukan nilai U yang terbesar

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W)$$

3. bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai U harus diambil sebagai berikut :

$$U = 1,05 (D + L + E)$$

Ketentuan-ketentuan untuk menentukan berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung (beban mati) serta beban hidup dapat dilihat dalam buku Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 pada tabel 2.1 dan tabel 3.1. Untuk menentukan beban akibat pengaruh angin dapat dilihat pada bab 4 pasal 4 pada buku yang sama, dan untuk menentukan beban akibat pengaruh gempa dapat dilihat dalam buku Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung 1983.

3.7.2. Faktor reduksi kekuatan

Kepastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan (ϕ). Menurut SK SNI T-15-1991-03 subbab 3.2.3 faktor reduksi kekuatan ditentukan sebagai berikut :

- | | |
|---|---------------|
| a. Beban lentur tanpa gaya aksial | $\phi = 0,8$ |
| b. Gaya aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur | $\phi = 0,8$ |
| c. Gaya aksial tekan dan aksial tarik dengan lentur | $\phi = 0,65$ |
| d. Gaya lintang dan torsi | $\phi = 0,6$ |

Kolom bertulang simetris yang dibebani gaya aksial rendah nilai ϕ dapat ditingkatkan dari $\phi = 0,65$ menjadi 0,8.

3.7.3. Perencanaan plat metode kekuatan batas (SK SNI T-15-1991-03)

a. Penentuan syarat batas

a.1. Spesifikasi bahan ditentukan :

a. Mutu beton $f'c =$ (Mpa)

b. Mutu baja $f_y =$ (Mpa)

a.2. Spasi tulangan (subbab 3.16.6)

a.3. Tulangan susut atau suhu (subbab 3.16.12)

a.4. Pelindung beton untuk tulangan (subbab 3.16.7)

a.5. Distribusi gaya untuk pelat tumpuan satu arah dapat dianggap sebagai gelagar di atas berbagai tumpuan dan diselesaikan dengan menggunakan persamaan-persamaan mekanika biasa. Menurut sub-bab 3.6.6. mengizinkan untuk menentukan distribusi gaya menggunakan koefisien momen untuk mempermudah, tetapi penggunaannya dibatasi syarat-syarat sebagai berikut :

a. jumlah bentang paling sedikit harus dua,

b. panjang bentang bersebelahan yang paling besar di sebelah kiri dan kanan tumpuan tidak boleh 1,2 kali lipat lebih besar dari panjang bentang bersebelahan yang paling pendek,

c. beban harus merupakan beban terbagi merata (distribusi),

d. beban hidup harus tiga kali lebih kecil dari beban mati,

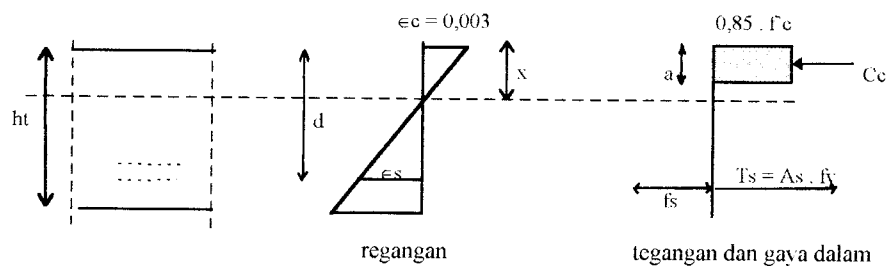
a.6. Distribusi gaya untuk pelat yang ditumpu dua arah atau pada ke empat sisinya adalah merupakan struktur statis tak tentu. Untuk mempermudah

analisis, maka dalam tabel 4 berikut ini diberikan ringkasan koefisien momen lentur yang bekerja pada arah x dan y. Pemakaian tabel ini harus menggunakan beban terbagi rata. Panjang bentang ditentukan dari as ke as.

b. Penentuan tebal pelat

Tebal pelat ketentuannya dapat lihat pada sub-bab 3.2.5-3.

c. Analisis tampang



Gambar 3.1. Diagram tegangan-regangan pada pelat

Dari diagram regangan :

$$\begin{aligned} x/d &= \epsilon_c / (\epsilon_c + \epsilon_s) = 0,003 / (0,003 + (f_y / 200000)) \\ &= 600 / (600 + f_y) \end{aligned}$$

$$a = \beta_1 \cdot x$$

Dari diagram gaya dalam :

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

$$= 0,85 \cdot f_c \cdot x \cdot \beta_1 \cdot b$$

Jika : $f_c < 30 \text{ Mpa}$, maka $\beta_1 = 0,85$

$$f_c > 30 \text{ Mpa}, \text{ maka } \beta_1 = 0,85 - 0,008 (f_c - 30) \geq 0,65$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = r_b \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

Persamaan kesetimbangan : $\Sigma H = 0$

$$C_c = T_s$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot x \cdot \beta_1 \cdot b = r_b \cdot b \cdot d \cdot f_y$$

$$r_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{x}{d}$$

$$r_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

Harga r_{min} dan r_{max} dapat dicari menurut ketentuan dalam sub-bab 3.3.5 sehingga batasan untuk r_{perlu} bisa di dapat.

$$m = f_y / (0,85 \cdot f_c)$$

$$R_n = M_{max} / (b \cdot d^2)$$

$$r_{perlu} = 1/m \{1 - \sqrt{1 - (2 \cdot m \cdot R_n) / f_y}\}$$

$$\text{Syarat : } r_{min} < r_{perlu} < r_{max}$$

d. Perhitungan tulangan pokok

$$A_s = r_{perlu} \cdot b \cdot d$$

$$\text{Jarak tulangan} = A_\phi \cdot 100 / A_s$$

e. Perhitungan tulangan susut

Menurut subbab 3.16.12 :

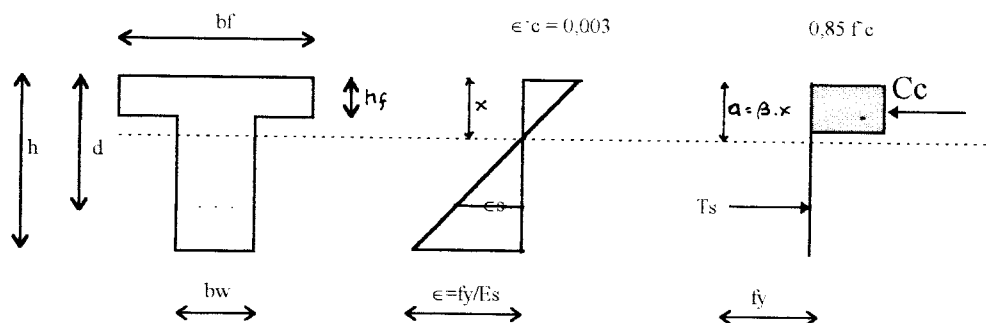
$$A_{sb} = (0,0018 \cdot 400 \cdot b \cdot h) / f_y$$

$$\text{Jarak tulangan} = A_\phi \cdot 100 / f_y$$

3.7.4. Perencanaan Balok

Dalam pelaksanaan di lapangan pada umumnya pengecoran balok dilakukan secara monolit dengan pelat, sehingga lendutan yang terjadi pada balok akan didistribusikan pula pada pelat. Dengan demikian tegangan tekan akan terjadi di kedua belah pihak. Untuk itu perlu diketahui berapa bagian dari lebar pelat yang ikut menerima distribusi lendutan dari gaya-gaya balok.

Ketentuan untuk menentukan lebar efektif balok T telah ditetapkan menurut pasal 3.1.10. Total lebar efektif balok - T tidak boleh melebihi seperempat bentang balok dan lebar efektif dari sayap (flens) yang membentang pada tiap sisi badan balok yang bersebelahan.



Gambar 3.2. Diagram tegangan-regangan balok T

Keterangan : (1) Penampang balok T dalam keadaan tarik

(2) Diagram regangan

(3) Diagram tegangan

Bila $c < h_f$, maka balok boleh diperhitungkan sebagai balok T yang berarti seluruh daerah tekan akan terjadi di daerah sayap dengan lebar balok

menjadi b_f sebagai pengganti b_w dan tinggi efektif d ($b_f \cdot d$). Penampang balok di bawah garis netral dianggap retak sehingga diabaikan.

Bila $c > h_f$, maka daerah tekan tidak hanya terbatas pada sayap saja sehingga perlu diperhitungkan kapasitas tampang dengan ukuran ($b_w \cdot h$).

a. Penentuan syarat batas

a.1. Spesifikasi bahan ditentukan :

a. Mutu beton $f'_c =$ (Mpa)

b. Mutu baja $f_y =$ (Mpa)

a.2. Spasi tulangan (subbab 3.16.6) :

b. Penentuan tinggi minimum

Menurut SK SNI T-15-1991-03 tinggi minimum ditentukan sebagai berikut :

$$h_{min} = L/18,8 < \text{tinggi balok}$$

c. Kontrol dimensi

Pada umumnya dalam perencanaan struktur terlebih dulu ditentukan dimensinya, sehingga dimensi tersebut harus dikontrol untuk mengetahui keamanannya.

d. Menentukan momen rencana

MD = momen akibat beban mati

ML = momen akibat beban hidup

$$M_u = 1,2 \cdot MD + 1,6 \cdot ML$$

$$M_n = M_u / \phi$$

Kontrol kapasitas tampang :

$$M_{tot} = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot hf \cdot (d - 0,5 hf) > M_n$$

e. Perencanaan tulangan pokok :

Dalam perencanaan tulangan pokok pada balok menurut SK SNI T-15-1991-03 pada sub-bab 3.3.5 harga r_{min} , r_{max} dan r_{perlu} dapat dicari sehingga dengan dimensi yang sudah ditentukan sebestunya bisa diketahui apakah memakai tulangan tunggal atau tulangan rangkap.

Kontrol kapasitas :

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

$$T_s = A_s b \cdot f_y$$

Syarat : $C_c = T_s$ didapatkan nilai a

Jika :

$M_{tot} = T_s \cdot (d - 1/2 a) > M_n$ maka tulangan desak diabaikan

Kontrol : $c = a/\beta_1 < hf$, maka pemisalan sebagai balok T benar

$> hf$, maka pemisalan salah maka b_w diganti b_f

Kontrol f'_s :

$$x = \frac{\epsilon'_{cu} \cdot d}{\epsilon_s (1 + \epsilon'_{cu}/\epsilon_s)} \quad \text{maka } \epsilon'_{cu} = 0,003$$

$$\epsilon_s = f_y/E_s$$

$$\epsilon'_s = \epsilon'_{cu} \cdot (x - d')/x$$

jika $f'_s = \epsilon'_s \cdot E_s < f_y$, maka jumlah tulangan harus dikoreksi

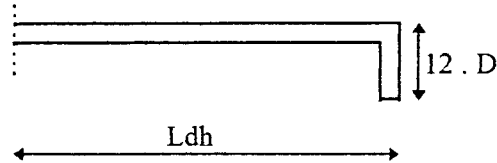
$$A_{s2} = (f_y/f'_s) \cdot A_{s1}$$

Sehingga tulangan yang berlaku adalah :

$$A_s = A_{s1}' + A_{s2}'$$

$$A_s' = A_{s2}'$$

f. Panjang pengankuran :



Gambar 3.3. Panjang pengankuran

Digunakan kait standar 90° untuk ujung penghabisan.

$$L_{dh} = (100 \cdot D) / \sqrt{f_c}$$

$$\text{panjang pembengkokan} = 12 \cdot D$$

Faktor-faktor reduksi :

$$1. \text{ kuat leleh } (k_1) = 1$$

$$2. \text{ tulangan lebih } (k_2) = A_s \text{ perlu} / A_s \text{ ada}$$

$$\text{maka : } L_{dh} = L_{dh} \cdot (k_1) \cdot (k_2) > L_{dhmin} = 8 \cdot D$$

g. Sambungan lewatan

Sambungan lewatan digunakan untuk lewatan tulangan atas menerus pada daerah desak.

$$L_{db} = (D \cdot f_y) / (4 \cdot \sqrt{f_c}) > 0,04 \cdot D \cdot f_y$$

3.7.5. Perencanaan Kolom (SK SNI T-15-1991-03)

Dalam perencanaan struktur suatu kolom kita dapat meninjau dalam dua bentuk keadaan, yaitu :

1. Kolom sentris yaitu kolom yang hanya mengalami gaya normal (gaya aksial tekan) dan bersendi pada satu ujung saja.
2. Kolom eksentris yaitu kolom yang dipengaruhi oleh dua gaya momen lentur dan aksial, hal ini disebabkan karena kolom merupakan bagian struktural yang berhubungan kaku dengan komponen horisontal (balok).

Dasar-dasar perhitungan kolom yang diberi beban aksial dan momen lentur pada prinsipnya sama dengan dasar anggapan dalam perencanaan terhadap lentur murni. Dasar-dasar itu antara lain :

1. beton tidak dapat menahan gaya tarik,
2. perpanjangan serta perpendekan yang terjadi pada beton serta tulangan dianggap berbanding lurus dengan jaraknya terhadap garis netral.

Langkah-langkah dalam perencanaan kolom sebagai berikut :

a. Penentuan syarat batas :

a.1. Penentuan spesifikasi bahan ditentukan

a. Mutu beton $f'c = (\text{Mpa})$

b. Mutu baja $f_y = (\text{Mpa})$

a.2. Spasi tulangan sesuai subbab 3.16.6 SK SNI T-15-1991-03

b. Penentuan spesifikasi :

b1. Menentukan beban kerja kolom berupa momen, gaya lintang maupun gaya normal.

b2. Menentukan ukuran balok dan kolom lainnya

c.1. Menentukan inersia (balok dan kolom), kekakuan kolom, dan kekakuan relatif, ketentuan dan rumusnya dapat dilihat pada bab 8 subbab 8.1 SK SNI T-15-1991-03.

Cara lain menentukan kekakuan adalah dengan memakai monogram.

c.2. Menentukan nilai kelangsingan kolom dan faktor pembesaran momen dapat dilihat pada bab 8 sub-bab 8.2 dan sub-bab 8.3.

c.3. Menentukan jumlah tulangan

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

$R_n = M_{max} / (b \cdot d^2)$, dimana harga M_{max} dipakai :

$$M_{max} = M_u = 1,2 MD + 1,6 ML, \quad \text{jika kolom tidak langsing}$$

$$\text{atau } M_{max} = M_n, \quad \text{jika kolom langsing.}$$

$$r_{perlu} = 1/m \{1 - \sqrt{1 - (2 \cdot m \cdot R_n) / f_y}\}$$

$$A_s = r_{perlu} \cdot b \cdot d \quad \text{dengan: } d = p_b - \frac{1}{2}D - D_s$$

$$D = \text{diameter tulangan pokok}$$

$$D_s = \text{diameter sengkang}$$

$$N = A_s / A_\phi \quad \text{dengan } A_\phi = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A_{sb} = N \cdot A_\phi \quad \text{dengan } N \text{ untuk satu sisi}$$

$$r_b = A_{sb} / (b \cdot d)$$

Syarat : $0,01 < r_b < 0,04$ dan jika $r_b < 0,01$ maka jumlah tulangan diperbanyak.

Cara yang lain dalam menentukan jumlah tulangan dengan diagram interaksi (Gideon Kusuma)

c.4. Menentukan kapasitas tampang

$$\begin{aligned} C_b &= \epsilon_c / (\epsilon_c + \epsilon_y) = 0,003 / (0,003 + (f_y / 200000)) \\ &= 600 / (600 + f_y) \cdot d \end{aligned}$$

$$a = \beta_1 \cdot C_b$$

$$f'_{sb} = 600 \cdot (C_b - d') / C_b$$

Jika $f'_{sb} < f_y$, maka :

$$P_{nb} = (0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b) + (A'_s \cdot f'_{sb}) - (A_s \cdot f_y)$$

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

Jika $f'_{sb} \geq f_y$, maka :

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

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

$$\text{Tentukan } e_b = M_{nb} / P_{nb}$$

c.5. Menentukan jenis keruntuhan dengan rumus Whitney

Jika $e > e_b$, terjadi **keruntuhan tarik**

Dan jika $e < e_b$, terjadi **keruntuhan desak**

d. Kontrol tulangan

d.1. Kontrol jarak vertikal

$$y = h_k - 2 \cdot D_s - 2 \cdot D < 30 \text{ cm}$$

d.2. Kontrol jarak horisontal

$$x = (b - 2 \cdot p_b - 2 \cdot D_s - N \cdot D) / (N - 1) > 2,5 \text{ cm}$$

d.3. Desain sengkang

$$x_1 = h_k \text{ dan } x_2 = 16 \cdot D \text{ diambil yang 'x' terbesar sebagai jarak.}$$

B A B I V

STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT SEBAGAI MODEL ANALISIS

4.1. Umum

Pada bab sebelumnya telah dibicarakan mengenai teori, batasan-batasan dan juga metode-metode yang digunakan dalam menganalisa struktur bangunan gedung. Dari data hasil uji beton dan baja beberapa proyek pembangunan di DIY didapat kuat tarik baja dan kuat desak beton yang sesungguhnya dihasilkan di lapangan. Kemudian dari kekuatan bahan yang sesungguhnya di lapangan ini dilakukan redesign struktur dengan menggunakan program bantu yaitu dengan bahasa Basic dan Turbo Basic. Dalam program ini dipakai rumus sebagaimana telah dibicarakan pada bab sebelumnya.

Hasil redesain tersebut di atas kemudian dibandingkan dengan disain dalam perencanaan sehingga diketahui seberapa besar penghematan atau penambahan yang akan didapat jika pada proyek tersebut dilakukan redesign berdasarkan kekuatan bahan yang sesungguhnya di lapangan.

Dalam Tugas Akhir ini sebagai bahan analisis studi komparasi diambil data-data dari beberapa proyek yang ada di DIY, yaitu :

1. Proyek Pembangunan Gedung TELKOM Yogyakarta.
2. Proyek Pembangunan Gedung Ruang Kuliah dan Perpustakaan STIE-YKPN.
3. Proyek Pembangunan Gedung Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta.

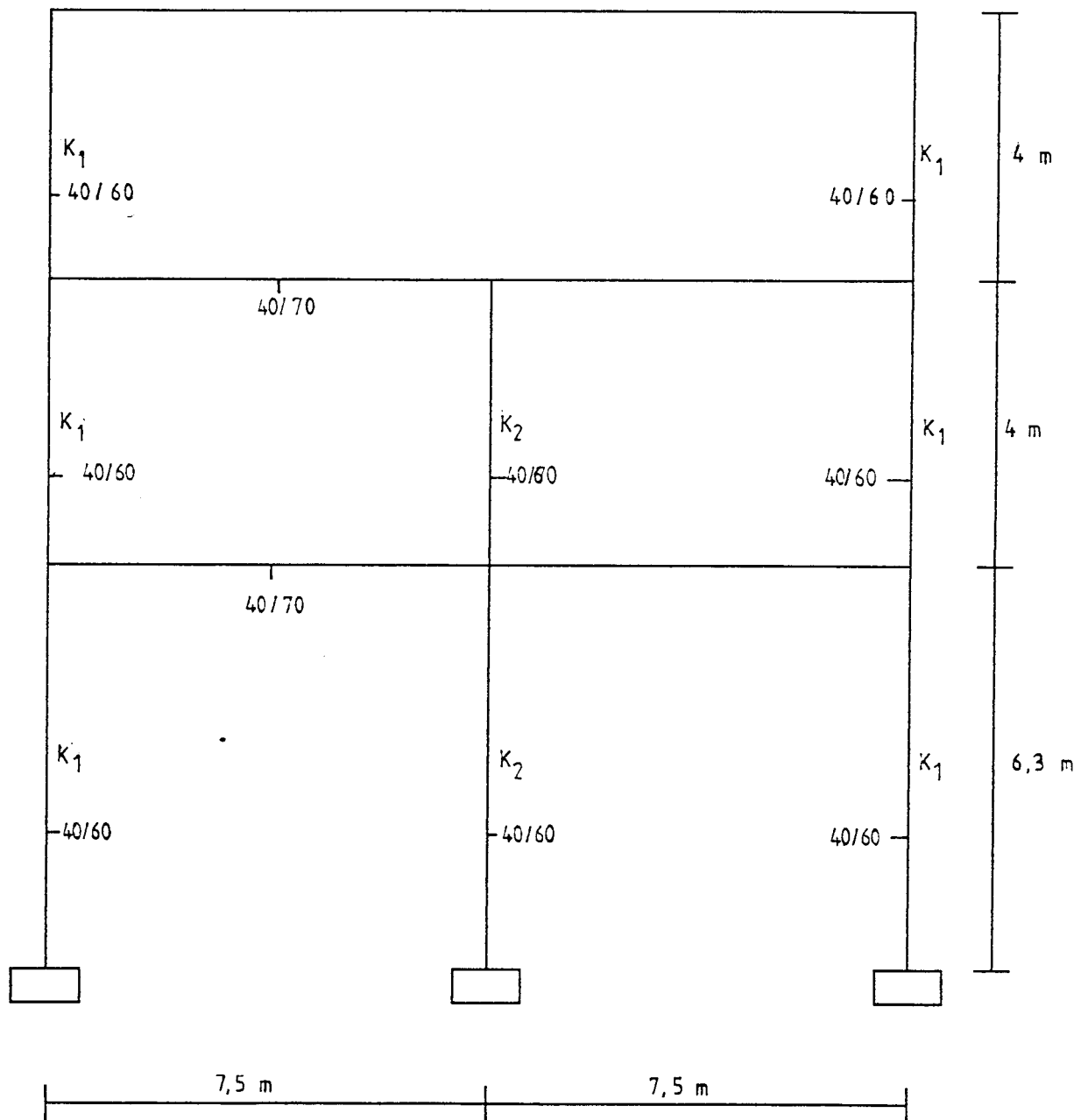
Mengenai data-data perencanaan dan hasil uji laboratorium akan disajikan pada sub-bab berikut ini.

4.2. Data Proyek

Data proyek yang diperlukan dalam studi kasus ini seperti telah dipaparkan di depan, meliputi dasar perencanaan, mutu bahan (baja dan beton), hasil uji bahan di laboratorium dan data-data struktur (gambar struktur).

4.2.1. Data Proyek Pembangunan Gedung TELKOM Yogyakarta

1. Dasar perhitungan memakai PBI 1971.
2. Mutu bahan direncanakan :
 - a. Beton K 250.
 - b. Baja U 24 untuk $\varnothing < 13$ mm dan U 39 untuk $\varnothing 13$ mm ke atas.
3. Gedung direncanakan untuk perkantoran.
4. Potongan portal lintang gedung seperti gambar 4.1.
5. Hasil uji beton dan baja di laboratorium pada tabel 4.1. - tabel 4.3.



4.1. Portal lintang As-C Gedung Telkom Yogyakarta

Tabel 4.1.
Data Uji Desak Beton
Proyek Pembangunan Gedung TELKOM Yogyakarta

T'b(sld)	T'b(kbs)	T'bm	(T'b-T'bm)^2	S	T'bk
	335.97	362.955508	726.373935	63.4862	258.838
	467.89		25240.098		
	298.27		115.534008		
	422.05		12776.0805		
	291.49		307.254437		
	287.14		478.676407		
	285.2		567.329264		
	262.77		2138.93991		
	323.94		222.645949		
	328.71		387.748292		
	319.18		103.252532		
	271.54		1404.65106		
353	425.3012		2752.5817		
368	443.37349		4975.51653		
351	422.89157		2505.54444		
366	440.96386		4641.38389		
357	430.12048		3281.49439		
396	477.10843		10872.7086		
370	445.78313		5321.26188		
346	416.86747		1938.7569		
261	314.45783		3408.02839		
256	308.43373		4147.6714		
274	330.12048		1824.62852		
	368		23.388372		
	300		5305.10513		
	300		5305.10513		
	310		3948.38207		
	248		15584.065		
270	325.3012		2259.57126		
273	328.91566		1929.00944		
270	325.3012		2259.57126		
374	450.60241		6047.59073		
410	493.9759		14674.8393		
418	503.61446		17102.9651		
413	497.59036		15563.6126		
	352		434.145255		
	330		1834.93597		
	358		220.111424		
	309		4075.05438		
	304		4738.4159		
	357		250.783729		
	336		1356.90214		
	379.665		7.9266382		
	382.934		37.0202714		
	388.189		128.582641		
	377.14		0.08434877		
	365.089		138.31104		
	366.895		99.093492		
	378.035		1.405241		
	17784.82		193464.139		

Tabel 4.2.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Polos
 Proyek Pembangunan Gedung TELKOM Yogyakarta

Benda uji (baja tul. polos)					Hasil pengujian				Kesimpulan
No.	ϕ pe- ngenal mm	ϕ teru- kur/bu- butan	Luas mm ²	Panj. ukur mm	Tegang- an leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpan- jangan %	Reduk- si luas %	Termasuk mutu baja tul. mnrt. : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
I.									
a.	ϕ 8	7.488	44.015	40	299.125	433.215	3.702	67.78	a. masuk mutu baja U 24.
b.	ϕ 8	7.237	41.114	40	314.710	452.741	3.623	65.57	b. masuk mutu baja BjTP 30
c.	ϕ 8	7.400	42.989	40	295.700	427.714	3.672	67.02	
II.									
a.	ϕ 10	9.43	69.81	50	312.161	445.079	3.796	67.21	a. masuk mutu baja U 24.
b.	ϕ 10	9.40	69.363	50	327.264	497.441	3.751	65.14	b. masuk mutu baja BjTP 30
c.	ϕ 10	9.52	71.145	50	306.304	440.310	3.843	65.41	
III.									
a.	ϕ 12	11.34	100.77	60	252.297	387.456	3.924	69.98	a. masuk mutu baja U 24.
b.	ϕ 12	11.38	101.71	60	245.045	374.933	4.105	68.59	b. masuk mutu baja BjTP 30
c.	ϕ 12	11.39	101.79	60	245.309	350.569	4.035	70.35	

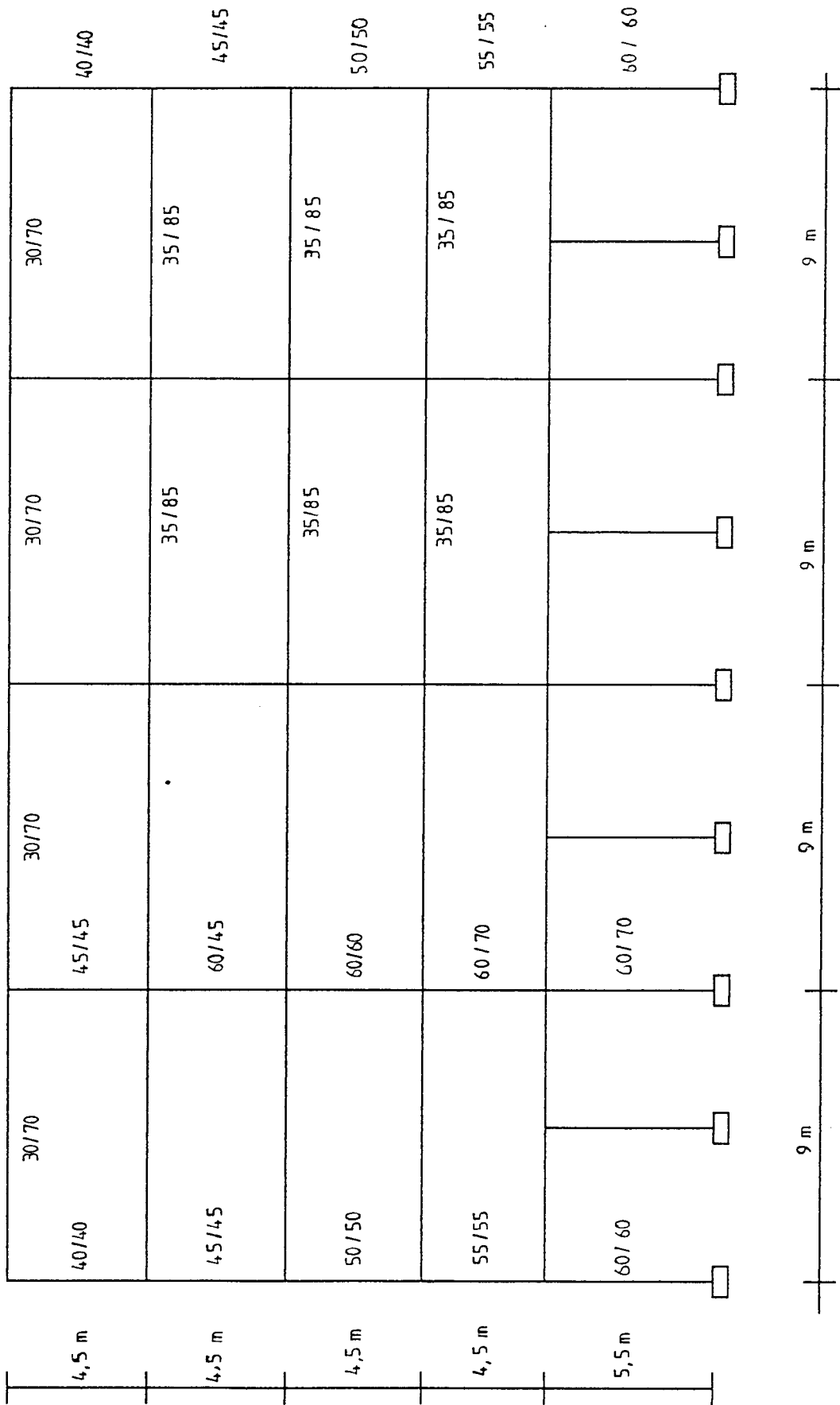
Tabel 4.3.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Deform
 Proyek Pembangunan Gedung TELKOM Yogyakarta

Benda uji (baja tul. deform)					Hasil pengujian				Kesimpulan
No.	ϕ pe- ngenal mm	ϕ teru- kur/bu- butan	Luas mm ²	Panj. ukur mm	Tegang- an leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpan- jangan %	Reduk- si luas %	Termasuk mutu baja tul. mnrt. : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
I.									
a.	D.13	-/-	126.314	65	548.118	654.147	1.898	46.25	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D.13	-/-	125.697	65	532.749	635.687	1.983	49.56	b. masuk mutu baja BjTD 50
c.	D.13	-/-	126.055	65	540.240	641.085	1.904	47.14	
II.									
a.	D.16	-/-	189.571	80	526.873	658.592	1.846	48.35	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D.16	-/-	190.376	80	524.646	658.192	1.918	49.61	b. masuk mutu baja BjTD 50
c.	D.16	-/-	190.352	80	518.749	655.890	1.952	49.87	
III.									
a.	D.19	15.30	183.760	75	481.769	660.889	2.566	64.37	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D.19	15.20	181.366	75	488.129	625.806	2.561	63.36	b. masuk mutu baja BjTD 40
c.	D.19	15.20	176.625	75	483.238	638.748	2.688	64.23	
IV.									
a.	D.22	14.15	157.17	70	556.054	768.365	2.201	62.99	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D.22	14.00	153.86	70	548.836	752.437	2.125	64.00	b. masuk mutu baja BjTD 50
c.	D.22	14.10	156.06	70	538.190	744.739	2.433	64.33	

Berdasarkan tabel tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa mutu beton di lapangan mengalami kenaikan kekuatan dari mutu yang direncanakan. Demikian juga untuk baja tulangan $\varnothing \geq 13$ mm melampaui mutu yang disyaratkan. Tetapi untuk baja tulangan $\varnothing 13$ mm mutu di lapangan sesuai dengan mutu baja dalam perencanaan.

4.2.2. Data Proyek Pembangunan Gedung STIE - YKPN Yogyakarta

1. Dasar perhitungan memakai PBI 1971.
2. Mutu bahan direncanakan :
 - a. Beton K 225.
 - b. Baja U 24 untuk $\varnothing < 13$ mm dan U 32 untuk $\varnothing 13$ mm ke atas.
3. Gedung direncanakan untuk ruang kuliah dan student centre.
4. Potongan portal lintang gedung seperti gambar 4.2.
5. Hasil uji desak beton dan uji tarik baja di laboratorium pada tabel 4.4. sampai dengan tabel 4.6.



GAMBAR 4.2, PORTAL GEDUNG STIE YKPN YOGYAKARTA

Tabel 4.4.
 Hasil Uji Desak Beton
 Proyek Pembangunan Gedung STIE - YKPN Yogyakarta

T' b	T' bm	(T' b-T' bm)^2	S	T' bk
460.99	474.3095	177.4090803	17.820190	445.0843
470.78		12.45737025		
452.19		489.2722803		
470.78		12.45737025		
457.74		274.5483303		
448.01		691.6637003		
470.25		16.47954025		
494.81		420.2705003		
478.96		21.62715025		
462.49		139.7005803		
487.68		178.7702703		
451.88		503.0824703		
502.78		810.5693702		
468.01		39.68370025		
512		1420.57379		
470.94		11.35353025		
499.32		625.5251102		
480.63		39.94872025		
481.48		51.41607025		
464.47		96.81576025		
9486.19		6033.624695		

Tabel 4.5.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Polos
 Proyek Pembangunan Gedung STIE - YKPN Yogyakarta

No.	Benda uji (baja tul. polos)				Hasil pengujian				Kesimpulan
	ϕ penyal mm	ϕ terukur/butan	Luas mm ²	Panjang mm	Tegangan leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpajangan %	Redk luas %	
I.									Termasuk mutu baja tul. mrt. : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
a.	ϕ 8	7.50	44.156	40	329.015	483.241	3.569	63.21	
b.	ϕ 8	7.45	43.569	40	385.549	541.853	3.237	60.70	
c.	ϕ 8	7.583	45.139	40	367.110	539.099	3.277	62.38	
II.									a. masuk mutu baja U 32. b. masuk mutu baja BjTP 30.
a.	ϕ 12	11.70	107.46	60	337.989	457.971	3.150	69.29	
b.	ϕ 12	11.73	108.01	60	344.671	474.974	3.153	67.63	
c.	ϕ 12	11.69	107.22	60	351.429	465.750	3.169	65.72	

Tabel 4.6.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Deform
 Proyek Pembangunan Gedung STIE - YKPN Yogyakarta

Benda uji (baja tul. deform)					Hasil pengujian				Kesimpulan
No.	ϕ pengenalan mm	ϕ terukur/bubutan	Luas mm ²	Panjang mm	Tegangan leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpanjangan %	Redksi luas %	Termasuk mutu baja tul. Mnt : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
I.									
a.	D. 16	- / -	194.75	80	402.123	617.753	2.646	52.55	a. masuk mutu baja U 39. b. masuk mutu baja BJT D 40.
b.	D. 16	- / -	195.42	80	400.748	609.834	2.715	55.50	
c.	D. 16	- / -	195.11	80	395.581	605.007	2.553	52.67	
II.									
a.	D. 19	18.825	-	100	552.20	703.20	2.489	61.94	a. masuk mutu baja U 48. b. masuk mutu baja BJT D 50
b.	D. 19	18.818	-	100	536.00	700.50	2.548	61.05	
cc.	D. 19	18.803	-	100	551.90	694.90	2.606	60.15	
III.									
a.	D. 22	21.664	-	100	447.20	709.00	2.548	42.08	a. masuk mutu baja U 39. b. masuk mutu baja BJT D 40
b.	D. 22	21.722	-	100	432.80	634.70	2.606	52.57	
c.	D. 22	21.746	-	100	417.40	639.00	2.428	47.52	
IV.									
a.	D. 25	24.672	-	100	499.00	663.30	2.230	58.18	a. masuk mutu baja U 48. b. masuk mutu baja BJT D 50
b.	D. 25	24.591	-	100	508.20	716.30	2.336	57.36	
c.	D. 25	24.645	-	100	515.90	680.40	2.540	60.15	

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa mutu beton di lapangan jauh melampaui mutu beton dalam perencanaan. Demikian juga mutu baja tulangan untuk semua ukuran diameter melampaui mutu baja yang disyaratkan dalam perencanaan.

4.2.3. Data Proyek Pembangunan Gedung Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta

1. Dasar perencanaan :
 - a. SK SNI T-15-1991-03.
 - b. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.
 - c. Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 1726 - 1989 F.

2. Mutu bahan yang direncanakan :

a. Beton $f'c = 25$ Mpa.

b. Baja $f_y = 240$ Mpa untuk $< \varnothing 13$ mm dan $f_y = 400$ Mpa untuk $> \varnothing 12$ mm ke atas.

3. Penggunaan : perkantoran

4. Gambar potongan portal As-3 gedung seperti pada gambar 4.3.

5. Hasil uji desak beton dan uji tarik baja pada tabel 4.7. - 4.9.

Tabel 4.7.
Hasil Uji Desak Beton
Proyek Pembangunan Gedung Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta

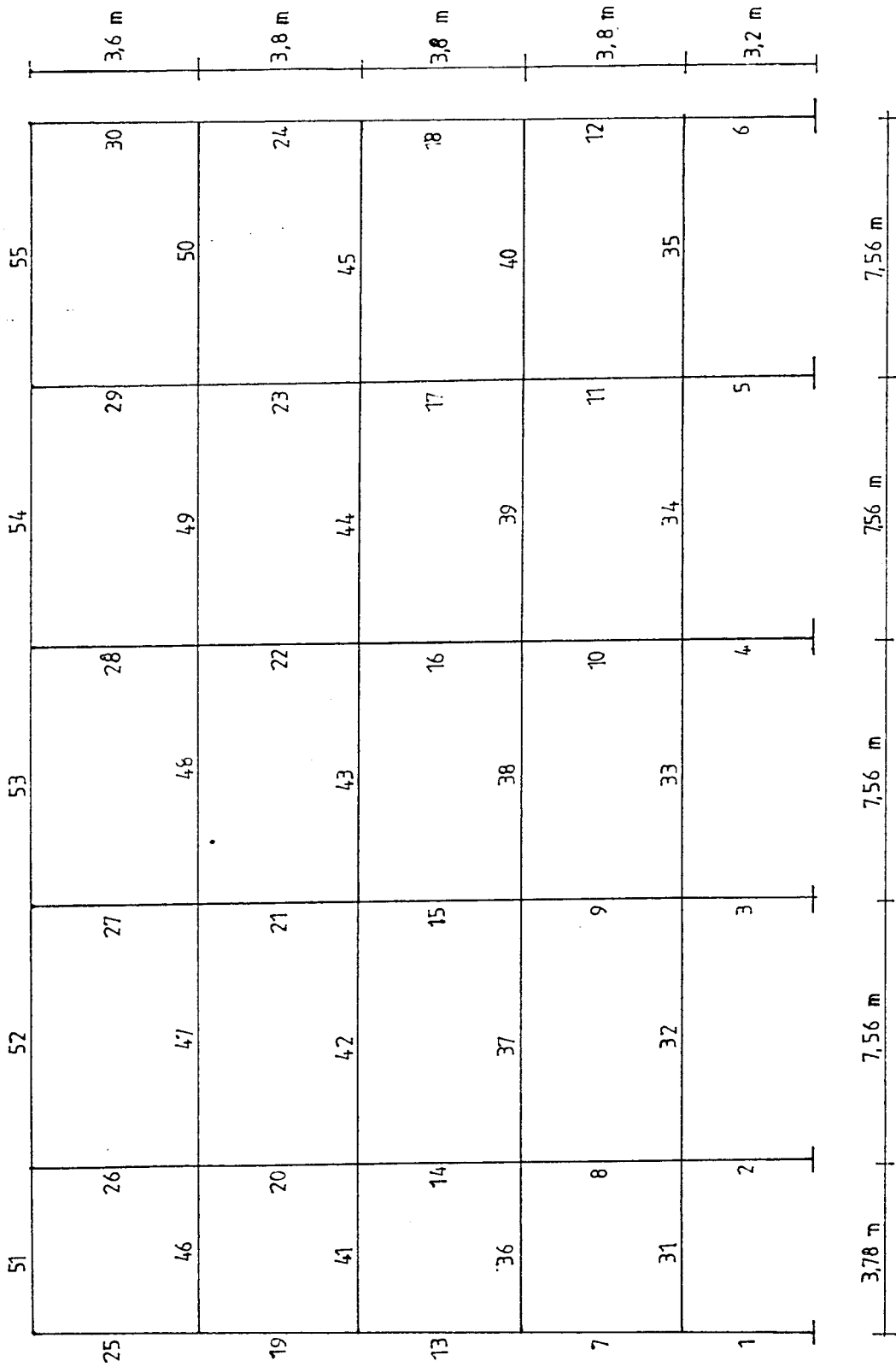
T' b	T' bm	(T' b-T' bm) ²	S	T' bk		
328.684	292.559	1305.015625	38.5675427	253.99145		
376.874		7109.019225				
284.511		64.770304				
285.51		49.688401				
266.146		697.646569				
242.947		2461.350544				
262.32		914.397121				
338.387		2100.205584				
260.59		1022.016961				
253.79		1503.035361				
267.39		633.478561				
285.51		49.688401				
342.63		2507.105041				
328.57		1296.792121				
321.72		850.363921				
305.91		178.249201				
252.013		1643.978116				
262.56		899.940001				
5266.062		25286.74106				

Tabel 4.8.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Polos
 Proyek Pembangunan Gedung Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta

Benda uji (baja tul. polos)					Hasil pengujian				Kesimpulan
No.	ϕ pe- ngenal mm	ϕ teru- kur/bu- butan	Luas mm ²	Panj. ukur mm	Tegang- an leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpan- jangan %	Reduk- luas %	Termasuk mutu baja tul. mnrt. : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
I.									
a.	ϕ 8	7.800	47.760	40	323.199	418.257	3.337	66.34	a. masuk mutu baja U 32.
b.	ϕ 8	7.875	48.682	40	322.674	410.336	3.392	67.35	b. masuk mutu baja BjTP 30.
c.	ϕ 8	7.675	46.241	40	333.816	451.634	3.225	66.38	
II.									
a.	ϕ 10	9.650	73.100	50	305.564	403.693	4.150	71.90	a. masuk mutu baja U 24.
b.	ϕ 10	9.738	74.440	50	311.042	420.822	3.790	71.49	b. masuk mutu baja BjTP 30.
c.	ϕ 10	9.813	75.590	50	288.284	390.385	4.209	73.03	
III									
a.	ϕ 12	11.64	106.30	60	341.658	474.051	3.139	66.60	a. masuk mutu baja U 32.
b.	ϕ 12	11.78	108.84	60	337.872	458.838	3.493	68.10	b. masuk mutu baja BjTP 30.
c.	ϕ 12	11.74	108.14	60	335.864	461.813	3.390	66.93	

Tabel 4.9.
 Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Deform
 Proyek Pembangunan Gedung Kanwil/Kanca BRI Yogyakarta

Benda uji (baja tul. deform)					Hasil pengujian				Kesimpulan
No.	ϕ pe- ngenal mm	ϕ teru- kur/bu- butan	Luas mm ²	Panj. ukur mm	Tegang- an leleh Mpa	Kuat tarik Mpa	Perpan- jangan %	Redk- luas %	Termasuk mutu baja tul. Mnt : a. PBI 1971 b. PUBI - 1982 (SII 0318 - 80)
I.									
a.	D. 16	15.629	191.748	80	532.730	686.630	2.040	50.68	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D. 16	15.613	191.356	80	514.841	688.037	2.206	51.36	b. masuk mutu baja BjTD 50.
c.	D. 16	15.614	191.381	80	521.891	685.575	2.321	53.04	
II.									
a.	D. 19	18.699	153.860	70	427.856	722.930	2.515	56.82	a. masuk mutu baja U 39.
b.	D. 19	18.720	152.763	70	423.500	704.346	2.622	56.51	b. masuk mutu baja BjTD 40
c.	D. 19	18.589	153.860	70	442.610	722.930	2.476	56.34	
III.									
a.	D. 22	21.900	156.060	70	450.610	698.193	2.509	51.69	a. masuk mutu baja U 39.
b.	D. 22	21.892	156.060	70	450.899	698.166	2.493	51.69	b. masuk mutu baja BjTD 40
c.	D. 22	21.862	157.175	70	489.601	765.452	2.332	50.55	
IV.									
a.	D. 25	24.602	158.287	70	533.482	795.927	2.021	54.77	a. masuk mutu baja U 48.
b.	D. 25	24.606	154.959	70	527.365	761.750	2.071	55.08	b. masuk mutu baja BjTD 50
c.	D. 25	24.625	157.175	70	522.818	751.010	2.055	55.40	



GAMBAR 4.3. PORTAL AS 3 PROYEK BIRI YOGYAKARTA

Berdasarkan tabel tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa mutu beton di lapangan tidak banyak mengalami perubahan dari mutu yang disyaratkan. Mutu baja tulangan diameter 8 dan 12 mm melampaui mutu yang disyaratkan. Untuk mutu baja diameter 10 mm sesuai dengan mutu dalam perencanaan. Mutu baja tulangan diameter 16 dan 25 mm melampaui mutu yang ditetapkan dalam perencanaan, tetapi untuk diameter 19 dan 22 mm mutunya lebih rendah dari mutu yang ditetapkan dalam perencanaan.

B A B V

ANALISIS STRUKTUR, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Struktur

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan bertingkat diperlukan suatu penganalisaan yang bertujuan untuk mengetahui besarnya gaya lintang, momen dan gaya normal. Gaya lintang, momen dan gaya normal tersebut dipakai sebagai dasar untuk mendisain elemen-elemen pada suatu struktur bangunan bertingkat yang mana nilai dari kekuatan, keamanan dan efisiensi dari struktur bangunan tersebut harus selalu diperhatikan.

5.1.1. Beban

Analisis beban meliputi beban tetap maupun kombinasi antara beban tetap dan beban sementara. Beban tetap terdiri dari beban mati dan beban hidup, sedangkan beban sementara berupa beban angin atau beban akibat gempa. Dari kombinasi pembebanan ini nanti dilakukan analisis struktur untuk mendapatkan momen, gaya aksial dan gaya geser yang diperlukan untuk mendisain struktur bangunan. Beban-beban yang diperhitungkan dalam analisa struktur ini didasarkan atas asumsi bahwa struktur yang ditinjau harus direncanakan untuk menahan semua beban yang mungkin bekerja padanya.

Dalam perencanaan struktur akibat beban gempa dan beban angin harus memenuhi semua ketentuan pembebanan yang berhubungan dengan jenis bangunan, jenis bahan dan daerah gempa.

5.1.2. *Physical dan material properti*

Untuk mendisain struktur bangunan bertingkat diperlukan data berupa ukuran atau dimensi pelat, balok dan kolom lengkap dengan penulangannya serta data hasil uji tarik baja dan data hasil uji desak beton dilapangan. Dari data hasil uji tersebut akan didapat tegangan leleh baja dan kuat desak karakteristik beton sebagai acuan untuk melakukan redisain sehingga akan diperoleh perbandingan antara hasil disain pada perencanaan dengan hasil disain ulang yang berdasarkan mutu bahan yang sesungguhnya dilapangan.

5.1.3. Metode Analisis

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk analisis struktur sehingga diperoleh gaya-gaya luar seperti momen, gaya aksial dan gaya geser. Metode analisis tersebut yaitu metode klasik dan metode sistematis. Cara analisis dapat dilakukan secara manual (metode klasik) maupun dengan menggunakan komputer sebagai alat bantu (cara sistematis). Secara manual antara lain metode Kani, Takabeya, Clapeyron dan sebagainya. Sedangkan program komputer antara lain Sap90, Microfeap dan sebagainya. Dalam penelitian ini pada proyek-proyek yang dipakai sebagai sampel memakai program microfeap dalam analisis strukturnya.

Dalam penelitian ini semua gaya-gaya yang diperoleh dari analisis struktur yang diperlukan untuk redisain diperoleh dari perencanaan proyek-proyek tersebut. Perubahan beban akibat penyusutan berat sendiri diabaikan pada redisain dengan ukuran tampang yang lebih kecil dari ukuran perencanaan.



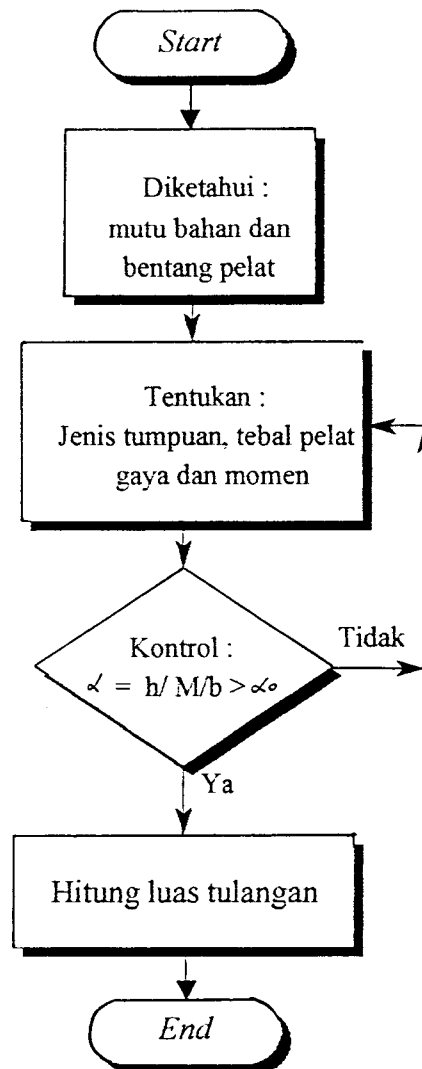
5.2. Redisain tampang yang ditinjau

Dalam redisain ini diambil satu portal sebagai sampel dari setiap proyek. Tampang yang ditinjau adalah pelat, balok dan kolom pada portal tersebut. Karena ukuran dan pembebanan pelat pada masing-masing proyek sampel sama maka diambil satu blok pelat sebagai sampel redisain. Pada setiap proyek balok dan kolom yang sama dikelompokkan menjadi satu dan diambil salah satu yang memiliki gaya-gaya terbesar untuk diredisain.

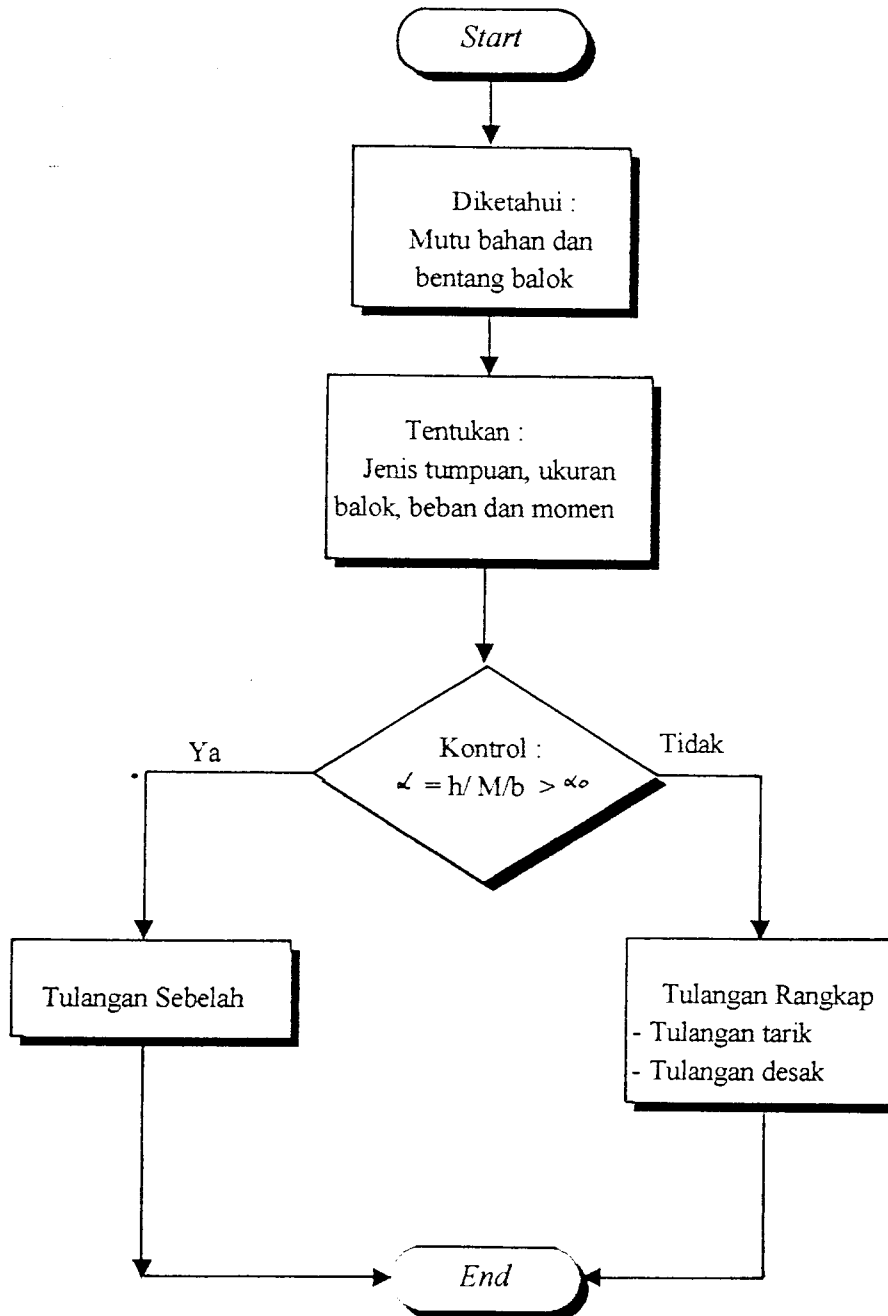
Jenis pembebanan yang ditinjau adalah pembebanan karena lentur dan aksial saja. Sedangkan akibat geser tidak ditinjau karena terbatasnya waktu yang ada. Ada tiga alternatif dalam redisain ini, yang pertama redisain berdasarkan mutu bahan di lapangan dengan ukuran tampang beton yang sama dengan ukuran dalam perencanaan sehingga diperoleh luas tulangan yang dibutuhkan. Alternatif kedua adalah dengan mengurangi ukuran tampang beton dari ukuran perencanaan, sehingga diperoleh luas baja tulangan yang hampir sama atau mendekati luas baja tulangan dalam perencanaan. Alternatif ketiga adalah dengan ukuran tampang beton dan luas tulangan yang optimum.

Untuk keperluan redisain ini dibuat program-program perhitungan sederhana baik dengan metode elastis maupun metode kekuatan batas untuk menghitung pelat, balok dan kolom. Flow chart atau diagram alir dari program perhitungan dengan metode elastis dan kekuatan batas dapat dilihat pada gambar 5.1. - 5.6.

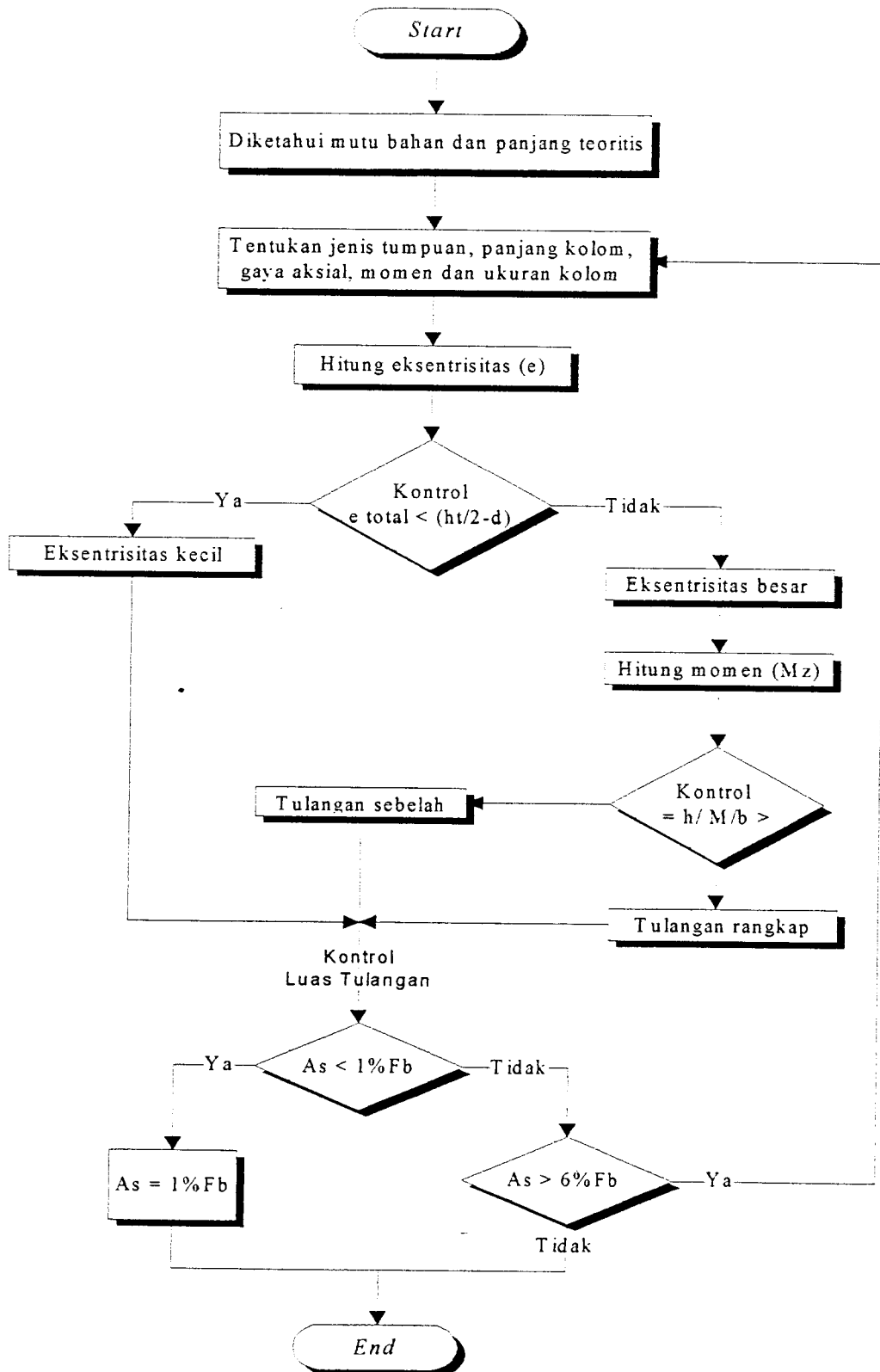
Gambar 5.1. Diagram alir perhitungan pelat (PBI 1971)



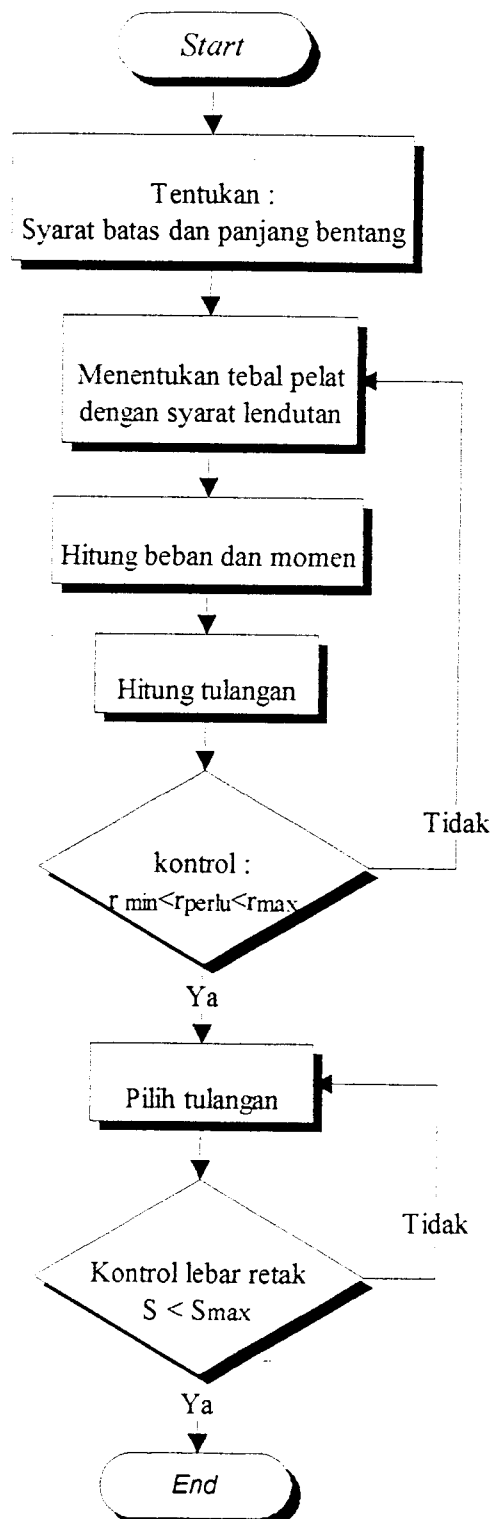
Gambar 5.2. Diagram alir perhitungan balok (PBI 1971)



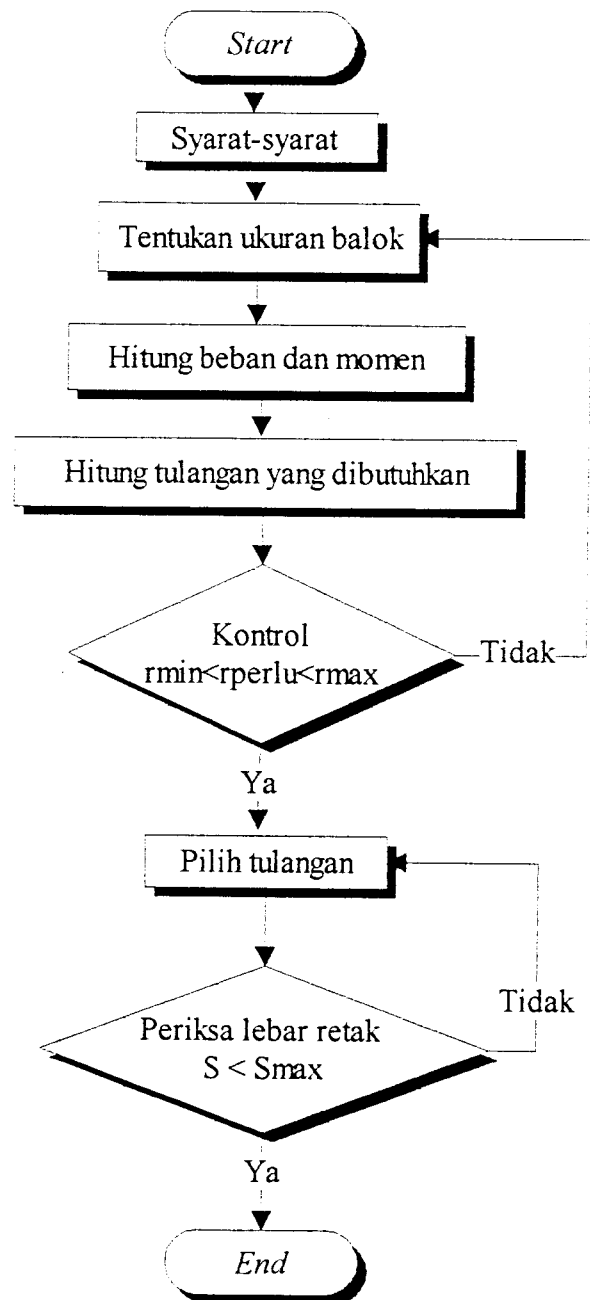
Gambar 5.3. Diagram alir perhitungan kolom
(PBI 1971)



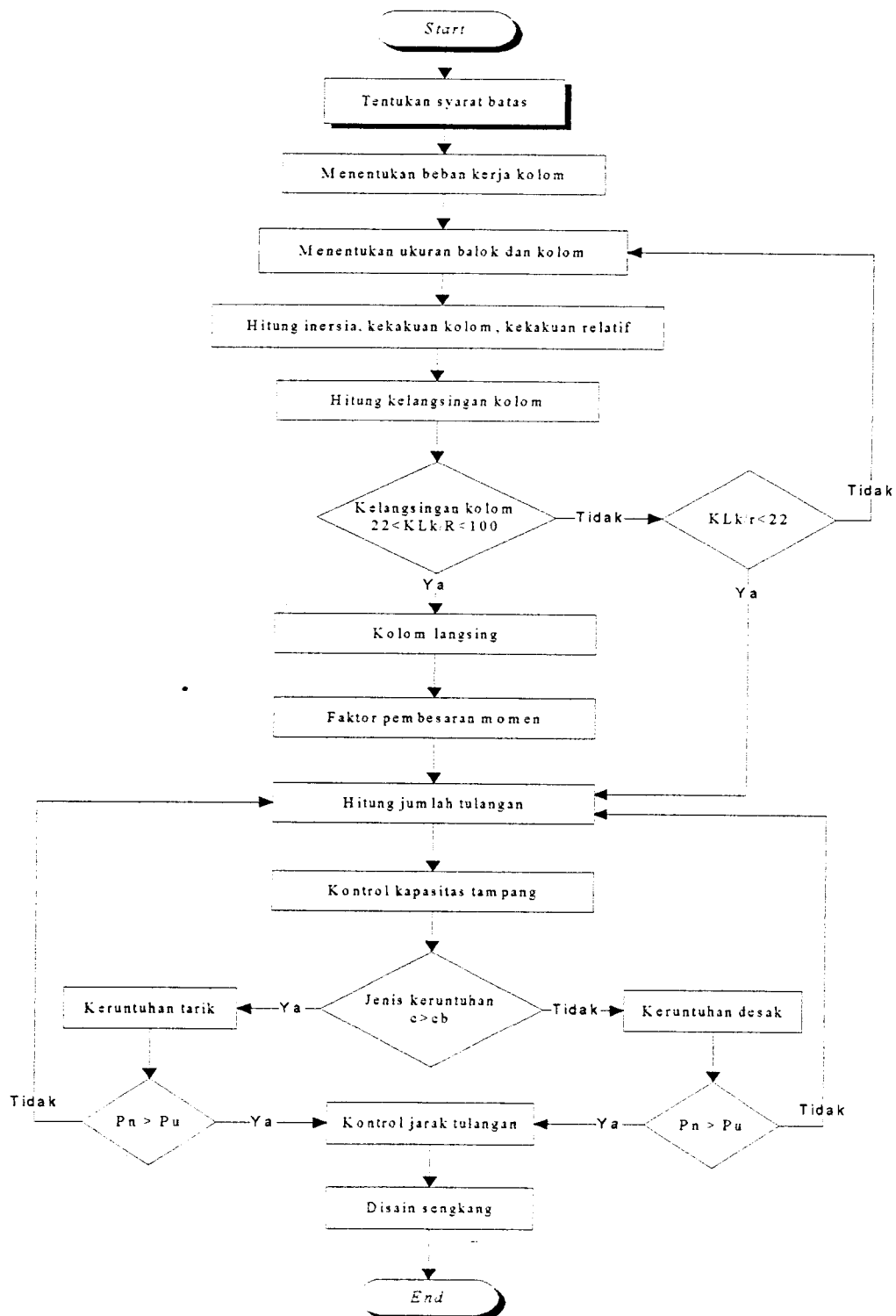
Gambar 5.4. Diagram alir perhitungan pelat
(SK SNI T-15-1991-03)



Gambar 5.5. Diagram alir perhitungan balok
(SKSNIT-15-1991-03)



Gambar 5.6. Diagram alir perhitungan kolom
(SK SNI T-15-1991-03)



5.3. Hasil dan Pembahasan

Pada sub-bab berikut ini akan disampaikan hasil redisan struktur berdasarkan data-data struktur proyek yang dipakai sebagai bahan kajian.

5.3.1. Proyek Telkom Yogyakarta

Pada perencanaan mutu beton dipakai K 250, mutu baja untuk $\varnothing < 13$ mm adalah U 24 dan untuk $\varnothing \geq 13$ mm adalah U 32. Hasil test laboratorium menunjukkan mutu beton di lapangan mencapai K 258,8 atau mengalami kenaikan kekuatan sebesar 3,536 %. Baja $\varnothing < 13$ mm sesuai dengan mutu dalam perencanaan, sedangkan untuk $\varnothing \geq 13$ mm mencapai U 48 atau mengalami kenaikan tegangan leleh sebesar 23,077 %.

Gaya-gaya yang diperlukan untuk redisain pelat, balok dan kolom diperoleh dari data perencanaan proyek. Pada balok dan kolom gaya-gaya yang dipakai untuk redisain diperoleh dari hasil analisis dengan program microfcap, dan dipilih gaya yang terbesar dari variasi pembebanan antara beban tetap dan beban sementara. Pada balok gaya yang ditinjau adalah akibat gaya lentur. Sedangkan pada kolom gaya yang ditinjau meliputi gaya aksial dan momen.

Hasil redisain balok, kolom dan pelat dapat dilihat pada tabel 5.1. - 5.3.

Tabel 5.1. Dimensi dan Penulangan Plat

Plat	Rencana K 250 , U 24	Analisis. K 258.8 , U 24
Plat lantai	tebal 12 cm \varnothing 10 - 20 \varnothing 6 - 20	tebal 12 cm \varnothing 10 - 20 \varnothing 6 - 20

Pada pelat (tabel 5.1.) tidak mengalami perubahan Karena mutu bahan hampir tidak mengalami perubahan. Selain itu dalam perencanaan tebal plat lantai dipakai tebal minimum untuk plat lantai.

Tabel 5.2. Hasil Redisain Balok Proyek Telkom

Balok	Rencana K 250 U 32 (40/70)	Analisis, K 258.8 . U 39					
		(40/70) (Luas = 100 %)		(40/60) (Luas = 85.71%)		(40/65) (Luas = 92,86 %)	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
Bl/p.1	5 D 22 3 D 22 2 Ø 12 Ø 10-100	4 D 22 3 D 22	87.5	4 D 22 3 D 22	87.5	4 D 22 3 D 22	87.5
Bl/p.2	3 D 22 3 D 22 2 Ø 12 Ø 10-150	3 D 22 3 D 22	100	3 D 22 3 D 22	100	3 D 22 3 D 22	100
Bl/p.3	7 D 22 3 D 22 2 Ø 12 Ø 10-100	5 D 22 3 D 22	80	6 D 22 6 D 22	120	6 D 22 4 D 22	100
Bll/p.4	8 D 22 3 D 22 2 Ø 12 Ø 10-100	5 D 22 3 D 22	72.73	6 D 22 6 D 22	109.1	6 D 22 4 D 22	90.91

Tabel 5.3. Hasil Redisain Kolom Proyek Telkom

Kolom	Rencana K 250 U 32 (40/60)	Analisis, K 258.8 . U 39					
		(40/60) (Luas = 100 %)		(35/55) (Luas = 80.21 %)		(35/60) (Luas = 87.5 %)	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
K1/I	14 D 22 Ø 10-150	10 D 22	71.43	18D22	128.6	14 D 22	100
K1/II	14 D 22 Ø 10-150	8 D 22	57.14	6 D 22	42.86	14 D 22	100
K1/III	12 D 22 Ø 10-150	8 D 22	66.67	6 D 22	50	10 D 22	83.3
K2/I	14 D 22 Ø 10-150	10 D 22	71.43	16D22	114.3	14 D 22	100
K2/II	12 D 22 Ø 10-150	8 D 22	66.67	6 D 22	50	10 D 22	83.3

Dari tabel 5.1. - 5.3. di atas pengurangan atau penambahan baik luas penampang beton maupun luas tulangan rata-rata dari masing-masing komponen struktur dapat dilihat pada tabel 5.4. di bawah ini.

Tabel 5.4. Rata-rata Hasil Redisain Proyek Telkom

Komponen	Rencana K 250 U 32	Analisis. K 258.8 , U 39		
		Ukuran beton	% perubahan luas beton	% perubahan luas tulangan
Pelat	12 cm	12 cm	0	0
Balok	40/70	40/70	0	- 14,94
		40/60	- 14,30	+ 4,15
		40/65	- 7,14	- 5,40
Kolom	40/60	40/60	0	- 33,33
		35/55	- 19,79	- 22,85
		35/60	- 12,50	- 6,68

Alternatif dalam redisain pada portal yang ditinjau (balok dan kolom) bisa dilihat pada tabel 5.5. berikut ini.

Tabel 5.5. Alternatif Redisain Portal Telkom yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang Ditinjau			
	Volume beton (m ³)	% perub. volume	Berat baja (kg)	% perub. brt.
Rencana	21,096	-	2723,23	-
I	21,096	0	1981,402	- 23,49
II	17,568	-16,72	2422,449	- 11,045
III	19,089	- 9,51	2311,185	- 15,13

5.3.2. Proyek STIE-YKPN Yogyakarta

Dalam perencanaan proyek ini dipakai mutu beton K 225, baja $\varnothing < 13$ mm dipakai mutu baja U 24, untuk baja $\varnothing \geq 13$ mm dipakai mutu baja U 32. Hasil test laboratorium menunjukkan mutu beton di lapangan mencapai K 445,

berarti mengalami kenaikan yang sangat tinggi yaitu sebesar 97,78 %. Mutu baja untuk $\varnothing < 13$ mm mencapai U 32 atau mengalami kenaikan tegangan leleh sebesar 33,33 % dari perencanaan. Untuk $\varnothing 16$ dan 22 mm mencapai mutu U 39 atau mengalami kenaikan tegangan leleh sebesar 17,95 % dari perencanaan. Sedangkan untuk $\varnothing 19$ mm dan 25 mm mencapai mutu baja U 48 atau mengalami kenaikan tegangan leleh sebesar 23,08 %.

Gaya-gaya yang diperlukan untuk redesain pelat, balok dan kolom diperoleh dari data perencanaan proyek. Pada balok dan kolom gaya-gaya yang diperlukan untuk redesain diperoleh dari hasil analisis dengan program microfeap. Gaya yang diambil untuk redesain balok dan kolom adalah gaya yang terbesar dari variasi pembebanan antara beban tetap dan beban sementara. Pada balok ditinjau gaya lentur atau momen, sedang pada kolom ditinjau gaya aksial dan momen.

Hasil redesain balok, kolom dan plat dapat dilihat pada tabel 5.6 - 5.8.

Tabel 5.6. Dimensi dan penulangan plat

Plat	Rencana K 225 . U 24 tebal 12 cm	Analisis, K 445 . U 24 tebal 12 cm
Plat lantai	$\varnothing 12 - 20$ $\varnothing 6 - 20$	$\varnothing 12 - 20$ $\varnothing 6 - 20$

Analisis struktur plat lantai tidak mengalami perubahan seperti terlihat pada tabel 5.8. Sebab meskipun mutu beton dan baja mengalami kenaikan yang sangat tinggi, tetapi dalam perencanaan tebal plat dan jarak tulangan yang dipakai adalah tebal dan jarak tulangan minimum, yaitu tebal 12 cm dan jarak tulangan 20 cm.

Tabel 5.7. Hasil Redisain Balok Proyek STIE-YKPN Yogyakarta

Balok	Rencana K 225 U 32	Analisis, K 445 , U 39 , U 48					
		Penampang I		Penampang II		Penampang III	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
Duk A,E (35/85) lantai	9 D 22 2 D 22 Ø 10-100	(35/85) 7 D 19 2 D 19	100 81,82	(35/70) 8 D19 2 D 19	75,63 90,91	(30/70) D19 D 19	70,59 100
Duk B,D (35/85) lantai	2 D 22 12 D 22 Ø 10-150	(35/85) 9 D 19 2 D 19	100 78,57	(35/70) 10 D 19 2 D 19	75,63 85,71	(30/70) 10 D 19 5 D 19	70,59 107,14
Duk C (35/85) lantai	2 D 22 12 D 22 Ø 10-100	(35/85) 9 D 19 2 D 19	100 78,57	(35/70) 10 D 19 2 D 19	75,63 85,71	(30/70) 10 D 19 5 D 19	70,59 107,14
A-B-C-D-E (35/85) Bnt. lantai	2 D 22 11 D 22 Ø 10-100	(35/85) 8 D 19 2 D 19	100 100	(35/70) 9 D 19 2 D 19	75,63 83,61	(30/70) 10 D 19 3 D 19	70,59 100
Duk A,E (30/70) atap	3 D 22 2 D 22 Ø 10-100	(30/70) 3 D 22 2 D 22	100 100	(25/65) 3 D 22 2 D 22	77,38 100	(30/60) 3 D 22 2 D 22	71,43 100
Duk B,C,D. (30/70) atap	7 D 22 2 D 22 Ø 10-100	(30/70) 6 D 22 2 D 22	100 88,89	(25/65) 7 D 22 2 D 22	77,38 100	(30/60) 8 D 22 2 D 22	71,43 111,11
A-B,C-D-E (30/70) Bnt atap	7 D 22 2 D 22 Ø 10-100	(30/70) 6 D 22 2 D 22	100 88,89	(25/65) 7 D 22 2 D 22	77,38 100	(30/60) 7 D 22 2 D 22	71,43 100
Bnt. B-C (30/70) atap	6 D 22 2 D 22 Ø 10-100	(30/70) 5 D 22 2 D 22	100 87,5	(25/65) 6 D 22 2 D 22	77,38 100	(30/60) 6 D 22 2 D 22	71,43 100

Tabel 5.8. Hasil Redisain Kolom Proyek STIE-YKPN Yogyakarta

Kolom	Rencana K 225 U 32	Analisis, K 445 . U 39 . U 48					
		Penampang I		Penampang II		Penampang III	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
A,E-bsmt (60/60)	12 D 25 Ø 10-150	(60/60) 12 D 25	100 100	(55/55) 12 D 25	84,03 100	(50/50) 12 D 25	83,33 100
A,E-I (55/55)	16 D 25 Ø 10-150	(55/55) 12 D 25	100 75	(50/50) 12 D 25	82,64 75	(45/45) 16 D 25	83,33 100
A,E-II (50/50)	16 D 25 Ø 10-150	(50/50) 12 D 25	100 75	(45/45) 8 D 25	81 50	(40/40) 16 D 25	64 100
A,E-III (45/45)	12 D 25 Ø 10-150	(45/45) 8 D 25	100 66,7	(45/45) 8 D 25	81 66,7	(35/35) 12 D 25	60,5 100
A,E-IV (40/40)	12 D 25 Ø 10-150	(40/40) 8 D 25	100 66,7	(35/35) 8 D 25	76,56 66,7	(35/35) 12 D 25	76,56 100
B,C,D (70/70) bsmt	32 D 25 Ø 10-150	(70/70) 24 D 25	100 75	(70/60) 24 D 25	86,22 75	(50/50) 30 D 25	51,02 93,75
B,C,D-I (70/60) bsmt	22 D 25 Ø 10-150	(70/60) 16 D 25	100 72,73	(60/60) 12 D 25	85,12 54,54	(50/50) 22 D 25	59,52 100
B,C,D-II (60/60) bsmt	20 D 25 Ø 10-150	(60/60) 12 D 25	100 60	(60/45) 12 D 25	84,03 60	(50/50) 22 D 25	56,25 100
B,C,D-III (60/45)	14 D 25 Ø 10-150	(60/45) 12 D 25	100 85,71	(45/45) 16 D 25	81,48 114,29	(45/45) 16 D 25	75 114,3
B,C,D-IV (45/45)	12 D 25 Ø 10-150	(45/45) 8 D 25	100 66,7	(40/40) 8 D 25	97,01 66,7	(35/35) 12 D 25	60,49 100

Dari tabel 5.6. - 5.8. di atas pengurangan atau penambahan baik luas penampang beton maupun luas tulangan rata-rata dari masing-masing komponen struktur dapat dilihat pada tabel 5.9. di bawah ini.

Tabel 5.9. Rata-rata Hasil Redisain Proyek STIE-YKPN

Komponen	Rencana K 225 U 24 , U 32	Analisis, K 445 , U 32, U 39, U 48		
		Ukuran beton	% perubahan luas beton	% perubahan luas tulangan
Pelat	12 cm	12 cm	0	0
Balok lantai	35/85	35/85	0	- 21,23
		35/70	- 24,37	- 13,27
		30/70	- 29,40	+ 3,57
Balok atap	30/70	30/70	0	- 8,68
		25/65	- 22,62	0
		30/60	- 14,29	+ 2,78
Kolom A,E	Rencana	I	0	- 23,32
		II	---	- 28,32
		III	---	0
Kolom A,E	Rencana	I	0	- 27,97
		II	---	- 25,89
		III	---	+ 1,61

Alternatif dalam redisain pada portal yang ditinjau (balok dan kolom) bisa dilihat pada tabel 5.10. berikut ini.

Tabel 5.10. Alternatif Redisain Portal STIE-YKPN yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang Ditinjau			
	Volume beton (m ³)	% perub. volume	Berat baja (kg)	% perub. brt.
Rencana	87,59	-	13316,286	-
I	87,59	0	10188,69	- 23,49
II	71,784	- 18,045	11755,75	- 11,72
III	60,20	- 31,27	13591,42	- 2,07

5.3.3. Proyek Gedung BRI Yogyakarta

Pada perencanaan mutu beton dipakai $f'_c = 25$ Mpa, baja $\varnothing < 13$ mm dipakai $f_y = 240$ Mpa dan baja $\varnothing \geq 13$ mm dipakai $f_y = 400$ Mpa. Dari hasil uji laboratorium mutu beton di lapangan mencapai $f'_c = 25,399$ Mpa, mengalami kenaikan sebesar 1,02 % dibanding mutu beton dalam perencanaan. Baja tulangan

Ø 10 mm sesuai dengan mutu perencanaan. Baja tulangan Ø 8 dan 12 mm tegangan lelehnya mencapai $f_y = 320$ Mpa atau mengalami kenaikan 33,33 %. Baja tulangan Ø 16 dan 25 mm tegangan lelehnya mencapai $f_y = 480$ Mpa atau mengalami kenaikan sebesar 20 %. Tetapi Ø 19 dan 22 mm tegangan lelehnya hanya mencapai $f_y = 390$ Mpa dan mengalami penurunan sebesar 2,5 % dari mutu baja yang direncanakan.

Gaya-gaya yang diperlukan untuk redesain pelat, balok dan kolom diperoleh dari data perencanaan proyek. Untuk mendapatkan beban atau gaya ultimit sebagai dasar perencanaan maka beban atau gaya yang didapat dikalikan dengan suatu faktor tertentu. Pada balok dan kolom gaya yang diperlukan diperoleh dari hasil analisis dengan program microfeap. Gaya yang diambil untuk redesain balok dan kolom adalah gaya yang terbesar dari variasi pembebanan antara beban tetap dan beban sementara. Pada balok ditinjau akibat gaya lentur, sedang pada kolom ditinjau akibat gaya aksial dan momen.

Hasil redesain pelat, balok dan kolom dapat dilihat pada tabel 5.11.- 5.13.

Disain struktur pelat lantai seperti terlihat pada tabel 5.11. tidak mengalami perubahan. Sebab kenaikan mutu beton tidak seberapa sedangkan tulangan pokok untuk plat yaitu Ø 10 mm sesuai dengan mutu yang ditetapkan dalam perencanaan.

Tabel 5.11. Dimensi dan penulangan plat

Plat	Rencana $f_c=25$, $f_y=240$ Mpa	Analisis, $f_c=25,3$, $f_y=240$
Plat lantai	tebal 12 cm Ø 10 - 15 Ø 6 - 7	tebal 12 cm Ø 10 - 15 Ø 6 - 7

Tabel 5.12. Hasil Redisain Balok Proyek BRI Yogyakarta

Balok	Rencana fc = 25 fy=400	Analisis, fc=25,399 , fy=390 Mpa					
		Penampang I		Penampang II		Penampang III	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
46	(35/65)	(35/65)	100	(30/50)	77,92	(25/45)	58,44
	3 Ø 19	3 Ø 19	100	3 Ø 19	100	3 Ø 19	100
	3 Ø 19	3 Ø 19		3 Ø 19		3 Ø 19	
	Ø 10-200						
47	(35/55)	(35/55)	100	(30/55)	65,93	(30/60)	79,12
	5 Ø 19	5 Ø 19	100	8 Ø 19	155,55	6 Ø 19	111,11
	4 Ø 19	4 Ø 19		6 Ø 19		4 Ø 19	
	Ø 10-200						
50	(35/55)	(35/55)	100	(30/55)	65,93	(30/60)	79,12
	5 Ø 19	5 Ø 19	100	7 Ø 19	144,44	6 Ø 19	111,11
	4 Ø 19	4 Ø 19		6 Ø 19		4 Ø 19	
	Ø 10-200						
51	(35/55)	(35/55)	100	(30/50)	77,92	(25/45)	58,44
	3 Ø 19	3 Ø 19	100	3 Ø 19	100	3 Ø 19	100
	3 Ø 19	3 Ø 19		3 Ø 19		3 Ø 19	
	Ø 10-200						
52	(35/65)	(35/65)	100	(30/50)	65,93	(30/60)	79,12
	4Ø19	4Ø19	100	4Ø19	100	4Ø19	100
	4Ø19	4Ø19		4Ø19		4Ø19	
	Ø 10-200						

Tabel 5.13. Hasil Redisain Kolom Proyek BRI Yogyakarta

Kolom	Rencana fc = 25 fy=400	Analisis, fc=25,399 , fy=480 , fy=390 Mpa					
		Penampang I		Penampang II		Penampang III	
		Tul.	%	Tul.	%	Tul.	%
12	(63/63)	(63/63)	100	(45/45)	51,02	(63/45)	71,43
	8 Ø 25	8 Ø 25	100	6 Ø 25	75	8 Ø 25	100
	4 Ø 16						
	Ø 10-300						
13	(63/63)	(63/63)	100	(45/45)	51,02	(63/45)	71,43
	8 Ø 25	8 Ø 25	100	6 Ø 25	75	8 Ø 25	100
	4 Ø 16						
	Ø 10-300						
17	(55/55)	(55/55)	100	(35/35)	63,63	(45/45)	81,82
	12 Ø 25	8 Ø 25	67,67	6 Ø 25	50	8 Ø 25	67,67
	4 Ø 16						
	Ø 10-300						
26	(45/45)	(45/45)	100	(35/35)	77,78	(40/40)	88,89
	12 Ø 19	12 Ø 19	100	8 Ø 19	66,67	10 Ø 19	83,33
	4 Ø 16						
	Ø 10-300						

Lanjutan tabel 5.13.,

28	(45/45) 12 Ø 19 4 Ø 16 Ø 10-300	(45/45) 12 Ø 19	100 100	(35/35) 8 Ø 19	77,78 66,67	(40/40) 10 Ø 19	88,89 83,33
----	--	--------------------	------------	-------------------	----------------	--------------------	----------------

Dari tabel 5.11. - 5.13. di atas pengurangan atau penambahan baik luas penampang beton maupun luas tulangan rata-rata dari masing-masing komponen struktur dapat dilihat pada tabel 5.14. di bawah ini.

Tabel 5.14. Rata-rata Hasil Redisain Proyek BRI

Komponen	Rencana (Mpa) $f_c=25$ $f_y=240, f_y=320$	Analisis. $f_c=25,3$, $f_y=240$, $f_y=390$, $f_y=480$ Mpa		
		Ukuran beton	% perubahan luas beton	% perubahan luas tulangan
Pelat	12 cm	12 cm	0	0
Balok 46	35/65	35/65	0	0
		30/50	- 34,07	0
		25/45	- 50,55	0
Balok 47,50	35/55	35/55	0	0
		30/55	- 14,29	+ 55,55
		30/60	- 6,49	+ 11,11
Balok 52	35/65	35/65	0	0
		30/50	- 34,07	0
		30/60	- 20,88	0
Balok 51	35/55	35/55	0	0
		30/55	- 14,29	0
		25/45	- 41,56	0
Kolom 12,13	63/63	63/63	0	0
		45/45	- 48,98	- 25
		63/45	- 28,57	0
Kolom 17	55/55	55/55	0	0
		35/35	- 59,50	- 50
		45/45	- 33,06	- 33,33
Kolom 26,28	45/45	45/45	0	0
		35/35	- 39,506	- 33,33
		40/40	- 20,99	- 16,67

Alternatif dalam redisain pada portal yang ditinjau (balok dan kolom) bisa dilihat pada tabel 5.15. berikut ini.

Tabel 5.15. Alternatif Redisain Portal BRI yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang Ditinjau			
	Volume beton (m ³)	% perub. volume	Berat baja (kg)	% perub. brt.
Rencana	69,0399	-	7502,908	-
I	69,0399	0	6800,058	- 9,37
II	44,1384	- 36,138	7206,64	- 3,95
III	54,3825	- 21,23	6941,079	- 7,49

5.3.4. Perkiraan Harga Satuan Bahan

Perkiraan harga satuan bahan yaitu untuk pekerjaan beton dan pekerjaan baja dalam penelitian ini dipakai untuk mengetahui disain tampang yang optimum dari ketiga alternatif redisain portal yang ditinjau di atas. Perkiraan harga satuan di sini hanya perhitungan secara kasar saja.

Untuk pekerjaan 1 m³ beton dan 100 kg baja dibutuhkan bahan-bahan dan jumlah pekerja seperti pada tabel 5.16. dan 5.17. sebagai berikut :

Tabel 5.16. Kebutuhan Bahan dan Upah per 1 m³ Beton

Koef.	Sat.	Bahan/Upah	Harga sat.	Harga	Diambil	Jumlah
6,8	Zak	PC @ 50 kg	10.000	68.000	88.290	
0,54	m ³	Pasir	11.000	5.940		
0,82	m ³	Kerikil	17.500	14.350		
				88.290		
0,1		Kpl. tk. batu	7.000	700	20.500	108.790
1		Tk. batu	6.500	6.500		
6		Pekerja	4.000	24.000		
0,3		Mandor	7.500	2.250		
				33.450		

Tabel 5.17. Kebutuhan Bahan dan Upah Bekisting per 1 m³ Beton

Koef.	Sat.	Bahan/Upah	Harga sat.	Harga	Diambil	Jumlah
9	m2	Multiplek 12 mm	16.000	144.000	375.150	
4	kg	Paku reng	2.000	8.000		
0,23	m3	Stut werk	555.000	127.650		
1	ls	Scaffolding	40.000	40.000		
0,1	m3	Kayu 6/12	555.000	55.500		
				375.150		
0,5		Kpl. tk. kayu	7.500	3.750	30.000	405.150
5		Tk. kayu	7.000	35.000		
2		Pekerja	4.000	8.000		
0,1		Mandor	7.500	750		
4		Tk. buka Cetakan	4.000	16.000		
				63.500		

Sehingga tiap m³ pekerjaan beton membutuhkan biaya sebesar :

Rp. 108.790., + Rp. 405.150., = Rp. 513.940.,

Harga satuan untuk pekerjaan 100 kg baja adalah sebagai berikut :

Tabel 5.18. Kebutuhan Bahan untuk 100 kg Baja

Koef.	Sat.	Bahan/Upah	Harga sat.	Harga	Diambil	Jumlah
110	kg	Baja tul.	1.300	143.000	148.100	
2	kg	Kawat bendrat	2.250	5.100		
				148.100		
2.25		Kpl. tk. besi	7.500	16.875	18.500	166.600
6,75		Tk. besi	7.000	47.250		
6,75		Pekerja	4.000	27.000		
				91.125		

Dari perhitungan di atas besarnya biaya untuk alternatif redesain dari setiap proyek yang ditinjau dapat dilihat pada tabel 5.18. -tabel 5.20. berikut ini.

Tabel 5.19. Alternatif Redesain Portal Telkom yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang ditinjau				Biaya total (Rp.)
	Beton		Baja		
	Volume (m3)	Biaya (Rp.)	Berat (kg)	Biaya (Rp.)	
Rencana	21,096	10.844.134	2723,23	4.584.180	15.392.314
I	21,096	10.844.134	1981,402	3.302.012	14.146.146
II	17,568	9.045.344	2422,449	4.036.718	13.082.062
III	19,089	9.816.254	2311,185	3.851.792	13.668.046

Tabel 5.20. Alternatif Redisain Portal STIE-YKPN yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang ditinjau				Biaya total (Rp.)
	Beton		Baja		
	Volume (m ³)	Biaya (Rp.)	Berat (kg)	Biaya (Rp.)	
Rencana	87,59	45.016.004	13316,286	22.186.122	67.202.127
I	87,59	45.016.004	10188,69	16.974.874	61.990.879
II	71,784	36.895.753	11755,75	19.585.496	56.451.249
III	60,20	30.939.188	13591,42	22.644.272	53.583.466

Tabel 5.21. Alternatif Redisain Portal BRI yang Ditinjau

Alternatif	Kebutuhan bahan portal yang ditinjau				Biaya total (Rp.)
	Beton		Baja		
	Volume (m ³)	Biaya (Rp.)	Berat (kg)	Biaya (Rp.)	
Rencana	69,0399	35.482.418	7502,908	12.499.998	47.982.416
I	69,0399	35.482.418	6800,058	11.330.466	46.812.884
II	44,1384	22.685.312	7206,64	12.006.862	34.692.174
III	54,3825	27.953.197	6941,079	11.563.706	39.516.903

Dari tabel di atas terlihat bahwa untuk Proyek Pembangunan Gedung Telkom Yogyakarta disain tampang optimum adalah tampang II. Pada Proyek Pembangunan Gedung STIE-YKPN Yogyakarta disain tampang optimum adalah tampang III. Sedangkan untuk Proyek Pembangunan Gedung Kanwil BRI Yogyakarta disain tampang optimum adalah tampang II.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari uraian sebelumnya dapat disimpulkan bahwa mutu bahan yang dihasilkan di lapangan tidak sesuai dengan mutu bahan yang ditetapkan dalam perencanaan. Kesimpulan rinci masing-masing proyek adalah sebagai berikut :

6.1.1. Proyek Gedung Telkom Yogyakarta

- a. Pada proyek ini mutu bahan yang dihasilkan di lapangan tidak sesuai dengan mutu bahan yang direncanakan. Mutu beton di lapangan mengalami kenaikan dari mutu beton rencana. Baja $\varnothing < 13$ mm sesuai perencanaan, sedang $\varnothing \geq 13$ mm melampaui mutu perencanaan.
- b. Hasil redisain pelat tidak mengalami perubahan baik tebal pelat maupun jarak tulangnya.
- c. Alternatif redisain portal yang optimum adalah pada tampang II dengan biaya sebesar 15 % lebih rendah dibanding dalam perencanaan.

6.1.2. Proyek Gedung STIE-YKPN Yogyakarta

- a. Pada proyek ini mutu bahan yang dihasilkan di lapangan tidak sesuai dengan mutu bahan yang direncanakan. Mutu beton dan baja tulangan di lapangan mengalami kenaikan kekuatan yang sangat tinggi.

- b. Pada plat redisain menunjukkan tidak mengalami perubahan.
- c. Pada portal yang ditinjau alternatif redisain tampang III adalah redisain yang optimum dengan biaya 20,26 % lebih rendah dibanding dalam perencanaan.

6.1.3. Proyek Gedung BRI Yogyakarta

- a. Pada proyek ini mutu bahan yang dihasilkan di lapangan juga tidak sesuai dengan mutu bahan yang direncanakan. Mutu beton tidak banyak berbeda dari perencanaan. Baja \varnothing 8 dan 12 mm sesuai mutu baja rencana. Baja \varnothing 10, 16 dan 25 mm mengalami kenaikan dari mutu yang direncanakan. Tetapi baja \varnothing 19 dan 22 mm justru mutunya lebih rendah dari mutu yang direncanakan.
- b. Hasil redisain dengan mutu bahan di lapangan menunjukkan bahwa pelat lantai tidak mengalami perubahan.
- c. Redisain tampang II pada portal yang ditinjau adalah redisain yang optimum dengan biaya 28,06 % lebih rendah dibanding dalam perencanaan.

6.2. Saran

Dari uraian dalam pembahasan dan kesimpulan di atas maka penyusun memberi saran sebagai berikut :

- a. Pada pelaksanaan suatu proyek agar bangunan yang dihasilkan benar-benar efisien dan ekonomis tetapi keamanan tetap terjamin, maka mutu bahan konstruksi yang dipakai ini harus benar-benar diperhatikan agar sesuai dengan mutu bahan yang direncanakan.

- b. Apabila mutu bahan di lapangan lebih rendah dari mutu bahan yang direncanakan maka perlu dievaluasi kembali kemampuan struktur bangunan itu dalam mendukung beban kerja. Kemudian diambil langkah untuk penanggulangan dan perbaikan sehingga keamanan konstruksi tetap terjamin.
- c. Apabila mutu bahan di lapangan jauh melampaui mutu bahan rencana, kiranya perlu diperhitungkan penghematan volume pekerjaan yang sebenarnya dapat diperoleh dengan mutu bahan di lapangan tersebut.
- d. Pada penelitian ini penyusun belum membahas tulangan penahan geser, struktur pondasi, penyebab perbedaan mutu bahan dalam perencanaan dan mutu bahan di lapangan dan langkah-langkah penanggulangannya. Kiranya hal-hal tersebut di atas dapat dijadikan bahan kajian untuk penelitian selanjutnya.

PENUTUP

Segala puji syukur *Alhamdulillah Wa Syukkurillah*, kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Disadari bahwa tidak ada satupun manusia di muka bumi ini yang luput dari kesalahan, begitu pula dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Sebenarnya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini penyusun telah berusaha menyusun dengan menyajikan hal - hal yang terbaik dan seoptimal mungkin, namun demikian penyusun menyadari sepenuhnya kekurangan-kekurangan dan keterbatasan yang ada. Sehingga boleh dikatakan masih jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangannya. Untuk itu dengan hati terbuka penyusun mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi perbaikan laporan Tugas Akhir ini, namun diharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi setiap orang.

Sekali lagi pada kesempatan ini ijinilah disampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berjasa hingga selesainya Laporan Tugas Akhir ini. Semoga amal baiknya mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Aamin yaa Robbal 'Aalamiin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Istimawan Dipohusodo, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta.
2. Nawy, Edward G, 1990, **BETON BERTULANG**, terjemahan Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Katolik Parahiyangan, PT.Eresco, Bandung.
3. Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992, **BAHAN BANGUNAN**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
4. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1979, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 N.I.-2**, cetakan ke 7, Bandung.
5. PADOSBAJAYO, 1992, **PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA**, edisi ke-2, Yogyakarta.
6. Alwa G, Arief M, 1995, **Analisa dan Disain Kapasitas Balok T dengan metode Elastis dan Kekuatan Batas**, FTSP - UII, Yogyakarta.
7. Johannes S, Barliyan, 1994, **Analisa Lentur dan Geser Lentur Balok Beton Bertulang Tampang Segitiga**, FTSP - UII, Yogyakarta.

LAMPIRAN



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

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	SYAIFUL RACHMAT	99310144		KONSTRUKSI
2.	SRI KADARINI	99310154		KONSTRUKSI

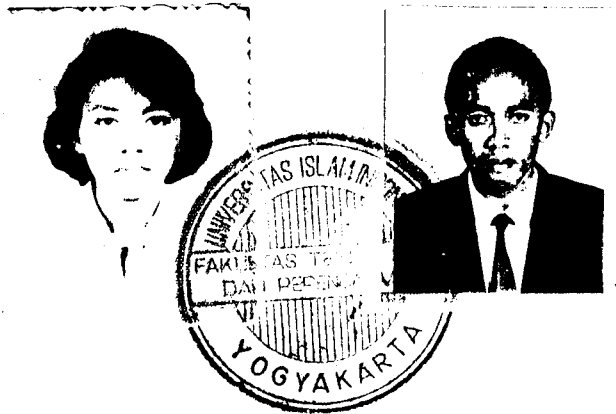
Dosen Pembimbing I : IR. WIDODO, PhD.
Dosen Pembimbing II : IR. A. FAHRI ABOE, MS.
1 2

Yogyakarta, 19 DESEMBER 1995

Dekan,

Atas,

KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL,



(IR. BAMBANG SUI ISTIONO, MSCE).

=====

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1996

<COMB> P.1

CT : telk1

FILENAME: telkom

RITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: ir sumta

=====

*
* COMBINATION *
*

3 COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

FACTOR : 1

MA HINGE	SECTION (m)	AXIAL F. (kg)	SHEAR (kg)	MOMENT (kg-m)
1	0.00	-2.7277D+04	-5.2789D+02	1.1158D+03
	3.15	-2.7277D+04	-5.2789D+02	-5.4709D+02
	6.30	-2.7277D+04	-5.2789D+02	-2.2100D+03
1	0.00	-4.6205D+04	1.1270D-07	9.2257D-06
	3.15	-4.6205D+04	1.1270D-07	9.5807D-06
	6.30	-4.6205D+04	1.1270D-07	9.9357D-06
1	0.00	-2.7277D+04	5.2789D+02	-1.1158D+03
	3.15	-2.7277D+04	5.2789D+02	5.4709D+02
	6.30	-2.7277D+04	5.2789D+02	2.2100D+03
1	0.00	-1.6745D+04	-2.1938D+03	4.6351D+03
	2.00	-1.6745D+04	-2.1938D+03	2.4754D+02
	4.00	-1.6745D+04	-2.1938D+03	-4.1400D+03
1	0.00	-2.2693D+04	2.2950D-06	-3.7694D-06
	2.00	-2.2693D+04	2.2950D-06	8.2060D-07
	4.00	-2.2693D+04	2.2950D-06	5.4106D-06
1	0.00	-1.6745D+04	2.1938D+03	-4.6351D+03
	2.00	-1.6745D+04	2.1938D+03	-2.4754D+02
	4.00	-1.6745D+04	2.1938D+03	4.1400D+03
1	0.00	-5.8026D+03	-2.6207D+03	4.7122D+03
	2.00	-5.8026D+03	-2.6207D+03	-5.2911D+02
	4.00	-5.8026D+03	-2.6207D+03	-5.7704D+03
1	0.00	-5.8026D+03	2.6207D+03	-4.7122D+03
	2.00	-5.8026D+03	2.6207D+03	5.2911D+02
	4.00	-5.8026D+03	2.6207D+03	5.7704D+03
2	0.00	1.6659D+03	8.3726D+03	-6.8451D+03
	1.88	1.6659D+03	4.6905D+03	5.4015D+03
	3.75	1.6659D+03	-1.1517D+03	8.0441D+03
	5.63	1.6659D+03	-6.9938D+03	1.0828D+03

=====

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1996

<COMB> P.2

PROJECT : telk1

FILENAME: telkom

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: ir sumta

=====

LESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

M	MA HINGE	SECTION (m)	AXIAL F. (kg)	SHEAR (kg)	MOMENT (kg-m)
9	2	7.50	1.6659D+03	-1.0676D+04	-1.5482D+04
0	2	0.00	1.6659D+03	1.0676D+04	-1.5482D+04
		1.88	1.6659D+03	6.9938D+03	1.0828D+03
		3.75	1.6659D+03	1.1517D+03	8.0441D+03
		5.63	1.6659D+03	-4.6905D+03	5.4015D+03
		7.50	1.6659D+03	-8.3726D+03	-6.8451D+03
1	2	0.00	4.2686D+02	8.7821D+03	-8.8522D+03
		1.88	4.2686D+02	5.0999D+03	4.1621D+03
		3.75	4.2686D+02	-7.4217D+02	7.5726D+03
		5.63	4.2686D+02	-6.5843D+03	1.3790D+03
		7.50	4.2686D+02	-1.0266D+04	-1.4418D+04
2	2	0.00	4.2686D+02	1.0266D+04	-1.4418D+04
		1.88	4.2686D+02	6.5843D+03	1.3790D+03
		3.75	4.2686D+02	7.4217D+02	7.5726D+03
		5.63	4.2686D+02	-5.0999D+03	4.1621D+03
		7.50	4.2686D+02	-8.7821D+03	-8.8522D+03
3	3	0.00	-2.6207D+03	5.7701D+03	-5.7704D+03
		1.88	-2.6207D+03	4.3479D+03	3.7151D+03
		3.75	-2.6207D+03	2.8932D+03	1.0493D+04
		5.63	-2.6207D+03	1.4384D+03	1.4564D+04
		7.50	-2.6207D+03	1.6260D+01	1.5928D+04
4	3	0.00	-2.6207D+03	-1.6260D+01	1.5928D+04
		1.88	-2.6207D+03	-1.4384D+03	1.4564D+04
		3.75	-2.6207D+03	-2.8932D+03	1.0493D+04
		5.63	-2.6207D+03	-4.3479D+03	3.7151D+03
		7.50	-2.6207D+03	-5.7701D+03	-5.7704D+03

PORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

	1-REACTION (kg)	2-REACTION (kg)	3-REACTION (kg-m)
1	5.2789D+02	2.7277D+04	-1.1158D+03
2	-1.1270D-07	4.6205D+04	-9.2257D-06
3	-5.2789D+02	2.7277D+04	1.1158D+03

```

=====
MICROFEAP-P1                DATE: 07-17-1996                <COMB> P.1
OBJECT : telk2                FILENAME: telkom
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986                ENGINEER: ir.sumta
=====

```

```

*****
*                               *
* COMBINATION                   *
*                               *
*****

```

LESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

MEMBER	MA HINGE	SECTION (m)	AXIAL F. (kg)	SHEAR (kg)	MOMENT (kg-m)
1	1	0.00	1.1553D+04	9.3088D+03	-3.1735D+04
		6.30	1.1553D+04	9.3088D+03	2.6911D+04
2	1	0.00	-1.0878D+01	1.0683D+04	-3.4595D+04
		6.30	-1.0878D+01	1.0683D+04	3.2706D+04
3	1	0.00	-1.1542D+04	9.2818D+03	-3.1634D+04
		6.30	-1.1542D+04	9.2818D+03	2.6842D+04
4	1	0.00	3.5953D+03	4.8262D+03	-7.3324D+03
		4.00	3.5953D+03	4.8262D+03	1.1972D+04
5	1	0.00	2.7502D+01	9.4745D+03	-1.8076D+04
		4.00	2.7502D+01	9.4745D+03	1.9822D+04
6	1	0.00	-3.6228D+03	4.7428D+03	-7.2090D+03
		4.00	-3.6228D+03	4.7428D+03	1.1762D+04
7	1	0.00	5.2279D+02	1.2409D+03	-1.1948D+03
		4.00	5.2279D+02	1.2409D+03	3.7687D+03
8	1	0.00	-5.2279D+02	1.4040D+03	-1.5430D+03
		4.00	-5.2279D+02	1.4040D+03	4.0731D+03
9	2	0.00	-5.7470D+03	-7.9576D+03	3.4243D+04
		1.83	-5.7470D+03	-7.9576D+03	1.9323D+04
		3.75	-5.7470D+03	-7.9576D+03	4.4023D+03
		5.63	-5.7470D+03	-7.9576D+03	-1.0518D+04
		7.50	-5.7470D+03	-7.9576D+03	-2.5439D+04
10	2	0.00	-4.5393D+03	-7.9192D+03	2.5343D+04
		1.83	-4.5393D+03	-7.9192D+03	1.0495D+04
		3.75	-4.5393D+03	-7.9192D+03	-4.3540D+03
		5.63	-4.5393D+03	-7.9192D+03	-1.9203D+04
		7.50	-4.5393D+03	-7.9192D+03	-3.4051D+04

=====

MICROFEAP-P1

DATE: 07-17-1996

<COMB> P.2

OBJECT : telk2

FILENAME: telkom

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: ir.sumta

=====

RESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

MEM	MEMA	HINGE SECTION (m)	AXIAL F. (kg)	SHEAR (kg)	MOMENT (kg-m)
1	2	0.00	-1.2313D+04	-3.0725D+03	1.3167D+04
		1.88	-1.2313D+04	-3.0725D+03	7.4063D+03
		3.75	-1.2313D+04	-3.0725D+03	1.6453D+03
		5.63	-1.2313D+04	-3.0725D+03	-4.1157D+03
		7.50	-1.2313D+04	-3.0725D+03	-9.8766D+03
2	2	0.00	-3.3390D+03	-3.1000D+03	9.9452D+03
		1.88	-3.3390D+03	-3.1000D+03	4.1327D+03
		3.75	-3.3390D+03	-3.1000D+03	-1.6799D+03
		5.63	-3.3390D+03	-3.1000D+03	-7.4924D+03
		7.50	-3.3390D+03	-3.1000D+03	-1.3305D+04
3	3	0.00	-1.4040D+03	-5.2279D+02	3.7688D+03
		1.88	-1.4040D+03	-5.2279D+02	2.7885D+03
		3.75	-1.4040D+03	-5.2279D+02	1.8083D+03
		5.63	-1.4040D+03	-5.2279D+02	8.2805D+02
		7.50	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-1.5219D+02
4	3	0.00	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-1.5219D+02
		1.88	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-1.1324D+03
		3.75	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-2.1127D+03
		5.63	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-3.0929D+03
		7.50	-1.4040D+03	-5.2279D+02	-4.0731D+03

PORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

MEM	1-REACTION (kg)	2-REACTION (kg)	3-REACTION (kg-m)
1	-9.3088D+03	-1.1553D+04	3.1735D+04
2	-1.0683D+04	1.0873D+01	3.4595D+04
3	-9.2818D+03	1.1542D+04	3.1634D+04

VOLUME OF MATERIALS <2D-FRAME SYSTEM>

MEM VOLUME (m^3)

1	9.3360D+00
2	8.4000D+00
3	2.0730D+00

45	50	46	51	47	52	48	53	49
36	41	37	42	38	43	39	44	40
27	32	28	33	29	34	30	35	31
18	23	19	24	20	25	21	26	22
1	10	11	12	13	14	15	16	17
2	3	4	5	6	7	8	9	

GEOMETRY (1 = 1.95E+00)

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 07-16-1995          <COMB> P.1
PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI          FILENAME: GEMPA_16
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986    ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO
=====

```

```

*****
*
* COMBINATION *
*
*****

```

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
1	1		0.00	-1.4856D+04	-4.6421D+03	2.4792D+04
			5.50	-1.4856D+04	-4.6421D+03	-7.3917D+02
2	2		0.00	-1.1558D+01	-1.7965D+03	4.7938D+03
			5.50	-1.1558D+01	-1.7965D+03	-5.0867D+03
3	3		0.00	8.0141D+02	-8.6602D+03	4.5845D+04
			5.50	8.0141D+02	-8.6602D+03	-1.7860D+03
4	2		0.00	7.8362D+00	-1.7928D+03	4.7797D+03
			5.50	7.8362D+00	-1.7928D+03	-5.0807D+03
5	3		0.00	3.1078D+01	-8.5995D+03	4.5618D+04
			5.50	3.1078D+01	-8.5995D+03	-1.6790D+03
6	2		0.00	2.7777D+00	-1.7879D+03	4.7664D+03
			5.50	2.7777D+00	-1.7879D+03	-5.0672D+03
7	3		0.00	-7.2137D+02	-8.5808D+03	4.5528D+04
			5.50	-7.2137D+02	-8.5808D+03	-1.6666D+03
8	2		0.00	2.1475D+01	-1.7817D+03	4.7537D+03
			5.50	2.1475D+01	-1.7817D+03	-5.0458D+03
9	1		0.00	1.4725D+04	-4.5485D+03	2.4429D+04
			5.50	1.4725D+04	-4.5485D+03	-5.8756D+02
10	4		0.00	2.4371D+03	2.0101D+03	-6.5247D+03
			4.50	2.4371D+03	2.0101D+03	2.5207D+03
11	4		0.00	6.4072D+02	2.0217D+03	-2.5659D+03
			4.50	6.4072D+02	2.0217D+03	6.5316D+03
12	4		0.00	1.8673D+03	2.0161D+03	-6.5255D+03
			4.50	1.8673D+03	2.0161D+03	2.5468D+03

====MICROFEAP====PI====DATE: 07-16-1995====ZCOMB=P.2====

PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI

FILENAME: GEMPA_16

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO

=====

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
13	4		0.00	7.4531D+01	2.0082D+03	-2.5339D+03
			4.50	7.4531D+01	2.0082D+03	6.5031D+03
14	4		0.00	1.3668D+03	2.0086D+03	-6.5037D+03
			4.50	1.3668D+03	2.0086D+03	2.5352D+03
15	4		0.00	-4.2109D+02	2.0059D+03	-2.5320D+03
			4.50	-4.2109D+02	2.0059D+03	6.4944D+03
16	4		0.00	8.8753D+02	2.0121D+03	-6.5015D+03
			4.50	8.8753D+02	2.0121D+03	2.5528D+03
17	4		0.00	-8.9419D+02	1.9906D+03	-2.4930D+03
			4.50	-8.9419D+02	1.9906D+03	6.4647D+03
18	5		0.00	-1.2846D+04	-5.4292D+03	5.7856D+03
			4.50	-1.2846D+04	-5.4292D+03	-1.8646D+04
19	6		0.00	7.9581D+02	-9.8869D+03	1.1271D+04
			4.50	7.9581D+02	-9.8869D+03	-3.3220D+04
20	6		0.00	3.1496D+01	-9.8918D+03	1.1328D+04
			4.50	3.1496D+01	-9.8918D+03	-3.3185D+04
21	6		0.00	-7.1518D+02	-9.8894D+03	1.1329D+04
			4.50	-7.1518D+02	-9.8894D+03	-3.3173D+04
22	5		0.00	1.2734D+04	-5.4427D+03	5.8771D+03
			4.50	1.2734D+04	-5.4427D+03	-1.8615D+04
23	7		0.00	5.1540D+03	5.7800D+03	-2.6365D+04
			9.00	5.1540D+03	5.7800D+03	2.5655D+04
24	7		0.00	4.0273D+03	5.6763D+03	-2.5544D+04
			9.00	4.0273D+03	5.6763D+03	2.5543D+04
25	7		0.00	2.8726D+03	5.6650D+03	-2.5509D+04
			9.00	2.8726D+03	5.6650D+03	2.5476D+04
26	7		0.00	1.6771D+03	5.7470D+03	-2.5525D+04
			9.00	1.6771D+03	5.7470D+03	2.6199D+04
27	8		0.00	-7.0662D+03	-3.8231D+03	7.7193D+03
			4.50	-7.0662D+03	-3.8231D+03	-9.4846D+03
28	1		0.00	6.9215D+02	-8.7604D+03	1.7979D+04

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1995

<COMB> P.3

PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI

FILENAME: GEMPA_16

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO

STRESS*COMBINATION=ZZD=FRAME=SYSTEMS

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
28	1		4.50	6.9215D+02	-8.7604D+03	-2.1443D+04
29	1		0.00	2.0152D+01	-8.7371D+03	1.7867D+04
			4.50	2.0152D+01	-8.7371D+03	-2.1450D+04
30	1		0.00	-6.3313D+02	-8.6938D+03	1.7828D+04
			4.50	-6.3313D+02	-8.6938D+03	-2.1295D+04
31	8		0.00	6.9870D+03	-3.7657D+03	7.5836D+03
			4.50	6.9870D+03	-3.7657D+03	-9.3619D+03
32	7		0.00	9.5155D+03	3.7703D+03	-1.7238D+04
			9.00	9.5155D+03	3.7703D+03	1.6695D+04
33	7		0.00	6.4434D+03	3.7321D+03	-1.6844D+04
			9.00	6.4434D+03	3.7321D+03	1.6745D+04
34	7		0.00	3.3113D+03	3.7198D+03	-1.6708D+04
			9.00	3.3113D+03	3.7198D+03	1.6771D+04
35	7		0.00	2.6775D+02	3.7297D+03	-1.6540D+04
			9.00	2.6775D+02	3.7297D+03	1.7027D+04
36	9		0.00	-3.2958D+03	-3.5385D+03	7.7530D+03
			4.50	-3.2958D+03	-3.5385D+03	-8.1704D+03
37	10		0.00	6.5393D+02	-5.6881D+03	1.2097D+04
			4.50	6.5393D+02	-5.6881D+03	-1.3500D+04
38	10		0.00	7.8756D+00	-5.6051D+03	1.2002D+04
			4.50	7.8756D+00	-5.6051D+03	-1.3221D+04
39	10		0.00	-6.2326D+02	-5.6504D+03	1.2017D+04
			4.50	-6.2326D+02	-5.6504D+03	-1.3410D+04
40	9		0.00	3.2573D+03	-3.4979D+03	7.6649D+03
			4.50	3.2573D+03	-3.4979D+03	-8.0754D+03
41	7		0.00	1.1156D+04	2.4693D+03	-1.2199D+04
			9.00	1.1156D+04	2.4693D+03	1.0025D+04
42	7		0.00	7.9968D+03	2.0347D+03	-9.0268D+03
			9.00	7.9968D+03	2.0347D+03	9.2957D+03
43	7		0.00	4.8210D+03	2.0286D+03	-9.2570D+03
			9.00	4.8210D+03	2.0286D+03	8.9907D+03

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1995

<COMB> P.4

PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI

FILENAME: GEMPA_16

AUTHORITY: PETRA-CIVIL-ENGINEERING-1986-ENGINEER: IR-WIEK-PRAWISNYO

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
44	7		0.00	1.6798D+03	2.4414D+03	-9.9276D+03
			9.00	1.6798D+03	2.4414D+03	1.2045D+04
45	11		0.00	-8.2656D+02	-1.8448D+03	4.0283D+03
			4.50	-8.2656D+02	-1.8448D+03	-4.2734D+03
46	11		0.00	2.1937D+02	-2.5288D+03	5.5517D+03
			4.50	2.1937D+02	-2.5288D+03	-5.8277D+03
47	11		0.00	1.7866D+00	-2.4293D+03	5.3319D+03
			4.50	1.7866D+00	-2.4293D+03	-5.5999D+03
48	11		0.00	-2.1051D+02	-2.5090D+03	5.5081D+03
			4.50	-2.1051D+02	-2.5090D+03	-5.7823D+03
49	11		0.00	8.1591D+02	-1.8182D+03	3.9695D+03
			4.50	8.1591D+02	-1.8182D+03	-4.2123D+03
50	12		0.00	9.2853D+03	8.2656D+02	-4.2733D+03
			9.00	9.2853D+03	8.2656D+02	3.1657D+03
51	12		0.00	6.7565D+03	6.0719D+02	-2.6620D+03
			9.00	6.7565D+03	6.0719D+02	2.8027D+03
52	12		0.00	4.3271D+03	6.0540D+02	-2.7971D+03
			9.00	4.3271D+03	6.0540D+02	2.6515D+03
53	12		0.00	1.8183D+03	8.1591D+02	-3.1308D+03
			9.00	1.8183D+03	8.1591D+02	4.2123D+03

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 07-16-1995          <COMB> P.1
PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI          FILENAME: ADM_16
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO
=====

```

```

*****
*                                     *
*   COMBINATION                       *
*                                     *
*****

```

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)	3-REACTION (KG-M)
1	-1.2520D+02	6.6942D+04	-1.2350D+02
2	4.5402D+01	7.9265D+03	-1.0623D+02
3	3.4363D+02	1.4892D+05	-8.9869D+02
4	3.0153D+00	8.1196D+03	-1.2359D+01
5	-2.3437D+01	1.3868D+05	3.8237D+01
6	3.4549D+01	8.8486D+03	-5.6832D+01
7	-3.2635D+02	1.5064D+05	8.6135D+02
8	-8.3124D+01	8.6550D+03	1.7490D+02
9	1.3152D+02	6.3756D+04	1.0566D+02

=====

MICROFEAP-P1
 PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI
 AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

DATE: 07-16-1995

<COMB> P.1
 FILENAME: ADM_16
 ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO

=====

 *
 * COMBINATION *
 *

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
1	1		0.00	-6.6942D+04	1.2520D+02	1.2350D+02
			5.50	-6.6942D+04	1.2520D+02	8.1211D+02
2	2		0.00	-7.9265D+03	-4.5402D+01	1.0623D+02
			5.50	-7.9265D+03	-4.5402D+01	-1.4348D+02
3	3		0.00	-1.4892D+05	-3.4363D+02	8.9869D+02
			5.50	-1.4892D+05	-3.4363D+02	-9.9130D+02
4	2		0.00	-8.1196D+03	-3.0153D+00	1.2359D+01
			5.50	-8.1196D+03	-3.0153D+00	-4.2250D+00
5	3		0.00	-1.3868D+05	2.3437D+01	-3.8237D+01
			5.50	-1.3868D+05	2.3437D+01	9.0669D+01
6	2		0.00	-8.8486D+03	-3.4549D+01	5.6832D+01
			5.50	-8.8486D+03	-3.4549D+01	-1.3319D+02
7	3		0.00	-1.5064D+05	3.2635D+02	-8.6135D+02
			5.50	-1.5064D+05	3.2635D+02	9.3360D+02
8	2		0.00	-8.6550D+03	8.3124D+01	-1.7490D+02
			5.50	-8.6550D+03	8.3124D+01	2.8228D+02
9	1		0.00	-6.3756D+04	-1.3152D+02	-1.0566D+02
			5.50	-6.3756D+04	-1.3152D+02	-8.2900D+02
10	4		0.00	3.2583D+03	3.7688D+03	-2.8237D+03
			4.50	3.2583D+03	-3.9037D+03	-3.1275D+03
11	4		0.00	3.2129D+03	4.0228D+03	-3.2709D+03
			4.50	3.2129D+03	-3.6497D+03	-2.4316D+03
12	4		0.00	2.2195D+03	3.6104D+03	-2.3590D+03
			4.50	2.2195D+03	-4.0621D+03	-3.3751D+03

=====
 MICROFEAP-P1 DATE: 07-16-1995 <COMB> P.2
 PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI FILENAME: ADM_16
 AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986 ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO
 =====

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>
 LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
13	4		0.00	2.2165D+03	4.0575D+03	-3.3794D+03
			4.50	2.2165D+03	-3.6150D+03	-2.3838D+03
14	4		0.00	2.2672D+03	3.5534D+03	-2.3035D+03
			4.50	2.2672D+03	-4.1191D+03	-3.5764D+03
15	4		0.00	2.2327D+03	4.7294D+03	-3.7096D+03
			4.50	2.2327D+03	-4.4281D+03	-3.0315D+03
16	4		0.00	3.1443D+03	4.4672D+03	-3.1007D+03
			4.50	3.1443D+03	-4.6903D+03	-3.6026D+03
17	4		0.00	3.2274D+03	3.9647D+03	-3.3203D+03
			4.50	3.2274D+03	-3.7078D+03	-2.7422D+03
18	5		0.00	-6.3174D+04	-3.1331D+03	3.6358D+03
			4.50	-6.3174D+04	-3.1331D+03	-1.0463D+04
19	6		0.00	-1.4166D+05	6.4977D+02	-1.0640D+03
			4.50	-1.4166D+05	6.4977D+02	1.8600D+03
20	6		0.00	-1.3151D+05	-2.7267D+01	1.0370D+01
			4.50	-1.3151D+05	-2.7267D+01	-1.1233D+02
21	6		0.00	-1.4174D+05	-5.8527D+02	1.0028D+03
			4.50	-1.4174D+05	-5.8527D+02	-1.6309D+03
22	5		0.00	-6.0048D+04	3.0959D+03	-3.5712D+03
			4.50	-6.0048D+04	3.0959D+03	1.0360D+04
23	7		0.00	2.4788D+03	1.6434D+04	-2.2910D+04
			9.00	2.4788D+03	-2.0096D+04	-3.9390D+04
24	7		0.00	2.0711D+03	1.8181D+04	-3.5249D+04
			9.00	2.0711D+03	-1.7999D+04	-3.4429D+04
25	7		0.00	2.1594D+03	1.8187D+04	-3.4783D+04
			9.00	2.1594D+03	-1.8343D+04	-3.5487D+04
26	7		0.00	2.4380D+03	1.9908D+04	-3.9016D+04
			9.00	2.4380D+03	-1.6272D+04	-2.2649D+04
27	8		0.00	-4.6740D+04	-5.6119D+03	1.2447D+04
			4.50	-4.6740D+04	-5.6119D+03	-1.2807D+04
28	1		0.00	-1.0338D+05	1.0574D+03	-2.2807D+03

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1995

<COMB> P.3

PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI

FILENAME: ADM_16

AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO

STRESS-COMBINATION=2D=FRAME=SYSTEMS

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
28	1		4.50	-1.0338D+05	1.0574D+03	2.4777D+03
29	1		0.00	-9.5326D+04	-1.1550D+02	2.4134D+02
			4.50	-9.5326D+04	-1.1550D+02	-2.7843D+02
30	1		0.00	-1.0349D+05	-8.6387D+02	1.8972D+03
			4.50	-1.0349D+05	-8.6387D+02	-1.9902D+03
31	8		0.00	-4.3776D+04	5.5339D+03	-1.2289D+04
			4.50	-4.3776D+04	5.5339D+03	1.2613D+04
32	7		0.00	-1.1616D+03	1.6415D+04	-2.2432D+04
			9.00	-1.1616D+03	-2.0115D+04	-3.9085D+04
33	7		0.00	-6.7638D+02	1.8196D+04	-3.5411D+04
			9.00	-6.7638D+02	-1.7984D+04	-3.4461D+04
34	7		0.00	-7.9819D+02	1.8181D+04	-3.4780D+04
			9.00	-7.9819D+02	-1.8349D+04	-3.5537D+04
35	7		0.00	-1.0152D+03	1.9920D+04	-3.8749D+04
			9.00	-1.0152D+03	-1.6260D+04	-2.2280D+04
36	9		0.00	-3.0325D+04	-4.4503D+03	9.6252D+03
			4.50	-3.0325D+04	-4.4503D+03	-1.0401D+04
37	10		0.00	-6.5074D+04	5.7222D+02	-1.1950D+03
			4.50	-6.5074D+04	5.7222D+02	1.3790D+03
38	10		0.00	-5.9161D+04	6.3030D+00	4.0298D+01
			4.50	-5.9161D+04	6.3030D+00	6.8662D+01
39	10		0.00	-6.5224D+04	-6.4691D+02	1.2221D+03
			4.50	-6.5224D+04	-6.4691D+02	-1.6890D+03
40	9		0.00	-2.7516D+04	4.5187D+03	-9.6670D+03
			4.50	-2.7516D+04	4.5187D+03	1.0667D+04
41	7		0.00	9.0190D+00	1.5973D+04	-1.9247D+04
			9.00	9.0190D+00	-2.0557D+04	-3.9871D+04
42	7		0.00	-7.1986D+02	1.8356D+04	-3.6205D+04
			9.00	-7.1986D+02	-1.7824D+04	-3.3812D+04
43	7		0.00	-1.8853D+02	1.7978D+04	-3.4429D+04
			9.00	-1.8853D+02	-1.8552D+04	-3.7008D+04

MICROFEAP-P1

DATE: 07-16-1995

<COMB> P.4

PROJECT: GEDUNG ADMINISTRASI
 AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986

ENGINEER: IR. NIEN PRATIWI
 FILENAME: ADM.16

STRESS COMBINATION <2D-FRAME SYSTEM>

LOAD FACTOR : 1

ELEM	MA	HINGE	SECTION (M)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-M)
44	7		0.00	-8.7005D+02	2.0355D+04	-3.8934D+04
			9.00	-8.7005D+02	-1.5825D+04	-1.8553D+04
45	11		0.00	-1.4352D+04	-4.4594D+03	8.8457D+03
			4.50	-1.4352D+04	-4.4594D+03	-1.1221D+04
46	11		0.00	-2.6161D+04	1.3011D+03	-2.2868D+03
			4.50	-2.6161D+04	1.3011D+03	3.5681D+03
47	11		0.00	-2.3358D+04	-5.2503D+02	6.8632D+02
			4.50	-2.3358D+04	-5.2503D+02	-1.6763D+03
48	11		0.00	-2.6318D+04	3.4607D+01	2.3737D+02
			4.50	-2.6318D+04	3.4607D+01	3.9310D+02
49	11		0.00	-1.1691D+04	3.6487D+03	-7.8861D+03
			4.50	-1.1691D+04	3.6487D+03	8.5330D+03
50	12		0.00	-4.4594D+03	1.1502D+04	-1.1221D+04
			9.00	-4.4594D+03	-1.5103D+04	-2.7429D+04
51	12		0.00	-3.1583D+03	1.1058D+04	-2.3861D+04
			9.00	-3.1583D+03	-1.0427D+04	-2.1023D+04
52	12		0.00	-3.6833D+03	1.2931D+04	-2.2699D+04
			9.00	-3.6833D+03	-1.3674D+04	-2.6040D+04
53	12		0.00	-3.6487D+03	1.2644D+04	-2.5647D+04
			9.00	-3.6487D+03	-8.8409D+03	-8.5330D+03

```

=====
MICROFEAP-P1          DATE: 07-16-1995          <COMB> P.1
PROJECT : GEDUNG ADMINISTRASI          FILENAME: GEMPA_16
AUTHORITY: PETRA CIVIL ENGINEERING 1986          ENGINEER: IR WIEK PRAWIGNYO
=====

```

```

*****
*                                     *
*   COMBINATION                       *
*                                     *
*****

```

SUPPORT REACTIONS <2D-FRAME SYSTEM>
LOAD FACTOR : 1

NODE	1-REACTION (KG)	2-REACTION (KG)	3-REACTION (KG-M)
1	4.6421D+03	1.4856D+04	-2.4792D+04
2	1.7965D+03	1.1558D+01	-4.7938D+03
3	8.6602D+03	-8.0141D+02	-4.5845D+04
4	1.7928D+03	-7.8362D+00	-4.7797D+03
5	8.5995D+03	-3.1078D+01	-4.5618D+04
6	1.7879D+03	-2.7777D+00	-4.7664D+03
7	8.5808D+03	7.2137D+02	-4.5528D+04
8	1.7817D+03	-2.1475D+01	-4.7537D+03
9	4.5485D+03	-1.4725D+04	-2.4429D+04

EAF - I I
 GANDU/KANWIL JOGYAKARTA
 11/10

DATE: 11-12-1993

<COM8> P.
 FILENAME: AS-3
 ENGINEER: SFL

SECTION (2D-FRAME SYSTEM)

ELEMENT	SECTION	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
1	0.00	-3.1332D+04	-7.6476D+02	1.1445D+05
	320.00	-3.1332D+04	-7.6476D+02	-1.3027D+05
2	0.00	-3.6950D+04	-3.3213D+03	3.7405D+05
	320.00	-3.6950D+04	-3.3213D+03	-6.8878D+05
3	0.00	-1.3933D+05	-2.5452D+01	1.9814D+04
	320.00	-1.3933D+05	-2.5452D+01	1.1669D+04
4	0.00	-1.3875D+05	-7.5677D+01	2.3098D+04
	320.00	-1.3873D+05	-7.5677D+01	-1.1193D+05
5	0.00	-1.4660D+05	-3.8648D+02	5.2199D+04
	320.00	-1.4660D+05	-3.8648D+02	-7.1474D+04
6	0.00	-5.1804D+04	4.5737D+03	-4.7197D+05
	320.00	-5.1800D+04	4.5737D+03	9.9162D+05
7	0.00	-1.7625D+04	-5.3483D+02	1.0166D+05
	320.00	-1.7625D+04	-5.3483D+02	-1.0157D+05
8	0.00	-5.7170D+04	-4.2853D+03	8.2125D+05
	320.00	-5.7170D+04	-4.2853D+03	-8.1133D+05
9	0.00	-1.0797D+05	1.4159D+02	-3.0201D+04
	320.00	-1.0797D+05	1.4159D+02	2.3005D+04
10	0.00	-1.0822D+05	-6.2712D+02	7.8954D+04
	320.00	-1.0822D+05	-6.2712D+02	-1.6235D+05
11	0.00	-1.1551D+05	2.5539D+02	1.8545D+05
	320.00	-1.1551D+05	2.5539D+02	9.9057D+04
12	0.00	-1.5963D+04	5.0500D+03	-1.0437D+05
	320.00	-1.5963D+04	5.0500D+03	8.7916D+05
13	0.00	-1.0047D+04	-1.6325D+02	4.2331D+04
	320.00	-1.0047D+04	-1.6325D+02	-1.9685D+04
14	0.00	-4.7332D+04	-4.7740D+03	8.6331D+05
	320.00	-4.7332D+04	-4.7740D+03	-9.5080D+05
15	0.00	-1.7075D+04	2.1325D+02	-3.2346D+04
	320.00	-1.7075D+04	2.1325D+02	4.1192D+04
16	0.00	-1.4575D+04	-5.0535D+03	1.3924D+05
	320.00	-1.4575D+04	-5.0535D+03	-1.3924D+05

SECTION <2D-FRAME SYSTEM>

1/0
 SECTION (CM) AXIAL F. (KG) SHEAR (KG) MOMENT (KG-CM)

NO	SECTION (CM)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
16	2 380.00	-7.4676D+04	-5.0525D+02	-5.2755D+04
17	2 0.00	-8.2100D+04	5.2357D+02	-1.4227D+05
	380.00	-8.2100D+04	5.2357D+02	5.6691D+04
18	1 0.00	-5.6180D+04	4.7057D+03	-8.5389D+05
	380.00	-5.6180D+04	4.7057D+03	9.3426D+05
19	1 0.00	-1.2371D+04	-7.7859D+02	1.9204D+05
	380.00	-1.2371D+04	-7.7859D+02	-1.0382D+05
20	3 0.00	-2.8841D+04	-3.3255D+03	6.0122D+05
	380.00	-2.8841D+04	-3.3255D+03	-6.6248D+05
21	3 0.00	-4.5802D+04	-7.4972D+01	2.4610D+04
	380.00	-4.5802D+04	-7.4972D+01	-3.8796D+03
22	3 0.00	-4.3997D+04	-3.0347D+02	5.1965D+04
	380.00	-4.3997D+04	-3.0347D+02	-6.3353D+04
23	3 0.00	-5.1634D+04	6.7161D+01	1.1028D+04
	380.00	-5.1634D+04	6.7161D+01	3.6549D+04
24	1 0.00	-3.5108D+04	4.4154D+03	-8.5528D+05
	380.00	-3.5108D+04	4.4154D+03	8.2256D+05
25	1 0.00	-4.6605D+03	-1.8939D+03	2.0621D+05
	380.00	-4.6605D+03	-1.8939D+03	-4.7559D+05
26	3 0.00	-1.0014D+04	-3.4405D+03	6.8309D+05
	380.00	-1.0014D+04	-3.4405D+03	-5.7549D+05
27	3 0.00	-1.4274D+04	-2.6743D+02	3.5971D+04
	380.00	-1.4274D+04	-2.6743D+02	-6.2304D+04
28	3 0.00	-1.3068D+04	-4.0770D+02	9.5797D+04
	380.00	-1.3068D+04	-4.0770D+02	-3.0974D+04
29	3 0.00	-2.1408D+04	-1.8938D+03	2.3213D+05
	380.00	-2.1408D+04	-1.8938D+03	-4.4965D+05
30	1 0.00	-1.4079D+04	7.9034D+03	-1.0128D+06
	380.00	-1.4079D+04	7.9034D+03	1.3324D+05
31	7 0.00	-2.2993D+02	2.7081D+03	-2.3193D+05
	139.00	-2.2993D+02	2.7081D+03	5.5402D+04

dari 1
 30 kolom

<CD-FRAME SYSTEM>

	SECTION (CM)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
31	378.00	-2.2993D+02	-5.0371D+03	-4.8349D+05
32	0.00	7.4500D+02	1.4753D+04	-1.9935D+05
	378.00	7.4500D+02	-6.8301D+03	1.8705D+05
	756.00	7.4500D+02	-1.5891D+04	-2.4238D+05
33	0.00	5.7795D+02	1.5462D+04 ✓	-2.3813D+05 ✓
	378.00	5.7795D+02	-6.1205D+03	1.7510D+05 ✓
	756.00	5.7795D+02	-1.5181D+04	-2.2750D+05
34	0.00	1.1294D+03	1.5357D+04 ✓	-2.3521D+05 ✓
	378.00	1.1294D+03	-6.2257D+03	1.7403D+05 ✓
	756.00	1.1294D+03	-1.5287D+04	-2.3256D+05
35	0.00	4.8633D+02	1.5807D+04 ✓	-2.3989D+05 ✓
	378.00	4.8633D+02	-5.7800D+03	1.8621D+05 ✓
	756.00	4.8633D+02	-1.4841D+04	-2.0353D+05
36	0.00	-3.7158D+02	4.3867D+03 ✓	-3.9929D+05 ✓
	189.00	-3.7158D+02	1.4907D+01	1.6645D+04 ✓
	378.00	-3.7158D+02	-4.3567D+03	-3.9365D+05
37	0.00	1.0613D+02	1.4931D+04	-2.0683D+05
	378.00	1.0613D+02	-6.6510D+03	1.8634D+05 ✓
	756.00	1.0613D+02	-1.5712D+04 ✓	-2.3631D+05 ✓
38	0.00	3.4466D+01	1.5165D+04	-2.3003D+05
	378.00	3.4466D+01	-6.4177D+03	1.7196D+05 ✓
	756.00	3.4466D+01	-1.5473D+04 ✓	-2.4188D+05 ✓
39	0.00	-8.7398D+01	1.8061D+04 ✓	-2.7204D+05 ✓
	378.00	-8.7398D+01	-7.4621D+03	2.1462D+05 ✓
	756.00	-8.7398D+01	-1.7837D+04	-2.6350D+05
40	0.00	-3.5439D+02	1.5581D+04 ✓	-2.3934D+05 ✓
	378.00	-3.5439D+02	-6.0022D+03	1.7835D+05 ✓
	756.00	-3.5439D+02	-1.5065D+04	-2.1978D+05
41	0.00	6.1533D+02	4.4847D+03 ✓	-4.6709D+05 ✓
	378.00	6.1533D+02	1.1305D+02	-3.2604D+04 ✓
	756.00	6.1533D+02	-4.2585D+03	-4.2434D+05
42	0.00	-8.3312D+02	1.4781D+04	-1.9764D+05
	378.00	-8.3312D+02	-6.0004D+03	1.8989D+05 ✓
	756.00	-8.3312D+02	-1.5861D+04 ✓	-2.3842D+05 ✓

PROFEAP - I I
 PT. PANCA/KANWIL JOGYAKARTA
 JLN. KOK

DATE: 11-12-1993

<COMB> P.5
 FILENAME: AS-3
 ENGINEER: SFL

SECTION <2D-FRAME SYSTEM>

NO	SECTION (CM)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
43	0.00	-5.4489D+02	1.5433D+04 ✓	-2.3678D+06 ✓
	378.00	-5.4489D+02	-6.1498D+03	1.7536D+06 ✓
	756.00	-5.4489D+02	-1.5210D+04	-2.2835D+06
44	0.00	-7.4667D+02	1.5469D+04 ✓	-2.3882D+06 ✓
	378.00	-7.4667D+02	-6.1139D+03	1.7465D+06 ✓
	756.00	-7.4667D+02	-1.5175D+04	-2.2770D+06
45	0.00	-2.9026D+02	1.5291D+04	-2.2314D+06
	378.00	-2.9026D+02	-6.2913D+03	1.8363D+06 ✓
	756.00	-2.9026D+02	-1.5352D+04 ✓	-2.2543D+06 ✓
46	0.00	1.1153D+03	4.5182D+03 ✓	-5.6539D+05 ✓
	378.00	1.1153D+03	1.4663D+02	-1.2457D+06 ✓
	756.00	1.1153D+03	-4.2249D+03	-5.0997D+05
47	0.00	1.2303D+03	1.4603D+04	-1.8355D+06
	378.00	1.2303D+03	-6.9798D+03	1.9719D+06 ✓
	756.00	1.2303D+03	-1.6040D+04 ✓	-2.3790D+06 ✓
48	0.00	1.4227D+03	1.5487D+04 ✓	-2.4168D+06 ✓
	378.00	1.4227D+03	-6.0952D+03	1.7250D+06 ✓
	756.00	1.4227D+03	-1.5156D+04	-2.2915D+06
49	0.00	1.5270D+03	1.5773D+04 ✓	-2.4506D+06 ✓
	378.00	1.5270D+03	-5.8100D+03	1.7990D+06 ✓
	756.00	1.5270D+03	-1.4871D+04	-2.1096D+06
50	0.00	3.4880D+03	1.5355D+04 ✓	-2.3052D+06 ✓
	378.00	3.4880D+03	-6.2280D+03	1.7864D+06 ✓
	756.00	3.4880D+03	-1.5289D+04	-2.2803D+06
51	0.00	-1.8939D+03	4.6605D+03 ✓	-4.7559D+05 ✓
	189.00	-1.8939D+03	6.5752D+02	2.5967D+04 ✓
	378.00	-1.8939D+03	-3.3455D+03	-2.2705D+05
52	0.00	-5.3344D+03	6.6681D+03	-8.0253D+05
	189.00	-5.3344D+03	-2.1436D+03	7.7213D+05 ✓
	378.00	-5.3344D+03	-7.1483D+03 ✓	-9.9403D+05 ✓
53	0.00	-5.6018D+03	7.1260D+03 ✓	-1.0463D+06 ✓
	378.00	-5.6018D+03	-1.3857D+03	7.9139D+05 ✓
	756.00	-5.6018D+03	-6.6905D+03	-3.3171D+05
54	0.00	-6.0045D+03	-6.3773D+03	-7.3269D+05
	378.00	-6.0045D+03	-2.4537D+03	5.3222D+05 ✓

PROPEAF - I I
PT. INCA/ANWIL JOGYAKARTA
Jl. ...

DATE: 11-12-1993

<COMB> P.6

FILENAME: AS-3

ENGINEER: SPL

SECTION <2D-FRAME SYSTEM>

SECTION (CM)	AXIAL F. (KG)	SHEAR (KG)	MOMENT (KG-CM)
756.00	-6.0095D+03	-7.4387D+03 ✓	-1.3337D+06 ✓
0.00	-7.9034D+03	1.3970D+04	-1.7834D+06
378.00	-7.9034D+03	-5.7758D+03	1.9240D+06
756.00	-7.9034D+03	-1.4099D+04	-1.8324D+06

SA

SS

```

10 CLS
20 REM * PROGRAM PERHITUNGAN PLAT PBI'71 *
30 TMS=" * RINI & IFHOEL *"
40 G$="-----"
50 PRINT G$
60 PRINT "* PERHITUNGAN PLAT PBI'71 *"
70 PRINT TMS : PRINT G$
80 PRINT
90 PRINT " semua satuan dalam kg-cm"
100 INPUT "Nama blok plat : ";NAMA$
110 INPUT "Mutu beton (kg/cm2) : ";C
120 INPUT "Mutu baja (kg/cm2) : ";S
130 INPUT "Bentang lx (cm) : ";LX
140 INPUT "Bentang ly (cm) : ";LY
150 INPUT "Jenis tumpuan : ";TUMPU$
160 VAR=LY/LX : PRINT "ly/lx : ";VAR
170 INPUT "Clx , Ctx , Cly , Cty (tabel PBI'71) : ";CLX,CTX,CLY,CTY
180 INPUT "Pembebanan (T=1/S=2) : ";BEBAN
190 IF BEBAN=1 THEN 210
200 IF BEBAN=2 THEN 230
210 BBN$="Eeban tetap" : PRINT BBN$
220 CI=.33*C : SI=.58*S : N1=330/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 250
230 BBN$="beban sementara" : PRINT BBN$
240 CI=.56*C : SI=.83*S : N1=220/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 250
250 INPUT "n (bulatkan ke bawah) : ";N
260 PSI=CI/(CI+SI/N) : WO=1/2*PSI*CI/SI : AFO=(1/(.5*CI*PSI*(1-PSI/3)))^.5
270 INPUT "Beban terbagi (rata kg/cm) : ";Q
280 INPUT "ht : ";HT
290 INPUT "dlx = dtx = dty : ";DLX
300 INPUT "dly : ";DLY
310 B=100 : HLX=HT-DLX : HTX=HLX : HTY=HLX : HLY=HT-DLY : KOEF=.001*Q*LX^2
320 MLX=KOEF*CLX : MTX=KOEF*CTX : MLY=KOEF*CLY : MTY=KOEF*CTY
330 PRINT "Mlx : ";MLX,"hlx : ";HLX : PRINT "Mtx : ";MTX,"htx : ";HTX
340 PRINT "Mly : ";MLY,"hly : ";HLY : PRINT "Mty : ";MTY,"hty : ";HTY
350 INPUT "Mmax : ";MMAX : INPUT "h (dari Mmax) : ";H
360 AF=H/(MMAX/B)^.5 : PRINT "af : ";AF,"afo : ";AFO
370 IF AF<AFO THEN 390
380 IF AF>AFO THEN 400
390 PRINT "harus didesain lagi !" : GOTO 280
400 YLX=PSI*HLX : YTX=YTY=YLX : YLY=PSI*HLY
410 GX=SI*(HLX-YLX/3) : GY=SI*(HLY-YLY/3)
420 ALX=MLX/GX : ATX=MTX/GX : ALY=MLY/GY : ATY=MTY/GX
430 INPUT "pakai tul. diameter (cm) : ";DI
440 A1D=1/4*3.14*DI^2 : JLX=A1D*100/ALX : JTX=A1D*100/ATX
450 JLY=A1D*100/ALY : JTY=A1D*100/ATY
460 PRINT "jarak tul. lx,tx,ly,ty : ";JLX,JTX,JLY,JTY
470 INPUT "jarak tul. lx,tx,ly,ty (bulatkan ke bawah) : ";JLX1,JTX1,JLY1,JTY1
480 ALX1=A1D*100/JLX1 : ATX1=A1D*100/JTX1 : ALY1=A1D*100/JLY1 : ATY1=A1D*100/JL
490 INPUT "pake tul. bagi diameter (cm) : ";DG
500 AGX=.2*ATX : AGY=.2*ATY
510 A1G=1/4*3.14*DG^2 : JGX=A1G*100/AGX : JGY=A1G*100/AGY
520 PRINT "jarak bagi tx,ty : ";JGX,JGY
530 INPUT "pake jarak-bagi tx,ty : ";JGX1,JGY1
540 AGX1=A1G*100/JGX1 : AGY1=A1G*100/JGY1
550 INPUT "Mo ngeprint out-putnya (y=1/t=2) ? : ";TAKEN

```

```

560 IF TAKEN=1 THEN 580
570 IF TAKEN=2 THEN 800
580 LPRINT : LPRINT : LPRINT
590 LPRINT G$
600 LPRINT "* PERHITUNGAN PLAT PBI'71 *"
610 LPRINT TMS : LPRINT G$
620 LPRINT
630 LPRINT "Nama blok plat : ";NAMA$
640 LPRINT "Mutu beton : ";C,"Mutu baja : ";S
650 LPRINT "dsk ij. beton : ";CI,"trk ij. baja : ";SI, "n : ";N
660 LPRINT "lx : ";LX,"ly : ";LY,"ly/lx : ";VAR
670 LPRINT TUMPU$.BN$, "q : ";Q
680 LPRINT "Clx : ";CLX,"Ctx : ";CTX,"Cly : ";CLY,"Cty : ";CTY
690 LPRINT "psi : ";PSI,"afo : ";AFO,"af : ";AF
700 LPRINT
710 LPRINT ", "lx", "tx", "ly", "ty"
720 LPRINT "momen", MLX, MTX, MLY, MTY
730 LPRINT "Aperlu".ALX, ATX, ALY, ATY
740 LPRINT "Tulangan pokok : "
750 LPRINT "Tul.", DI; "-" ; JLX1, DI; "-" ; JTX1, DI; "-" ; JLY1, DI; "-" ; JTY1
760 LPRINT "Apakai", ALX1, ATX1, ALY1, ATY1
770 LPRINT "Tulangan bagi : "
780 LPRINT "Tul.", " - ", DG; "-" ; JGX1, " - ", DG; "-" ; JGY1
790 LPRINT "Apakai", " - ", AGX1, " - ", AGY1
800 INPUT "Mo ngitung lagi (y=1/t=2) ? : ";PILIH
810 IF PILIH=2 THEN END
820 IF PILIH=1 THEN 830
830 INPUT "Ngitung plat lain/re-disain (lain=1/re-ds=2) ? : ";ISI
840 IF ISI=1 THEN 10
850 IF ISI=2 THEN CLS : GOTO 130
860 END

```

```

00 CLS
10 REM * PROGRAM PERENCANAAN BALOK PBI'71 *
20 G$="-----"
30 TMS="          * RINI & IFHOEL *"
40 PRINT G$
50 PRINT "* PROGRAM PERENCANAAN BALOK PBI'71 *"
60 PRINT TMS : PRINT G$
70 PRINT
80 PRINT "satuan dalam kg-cm"
90 INPUT "Nama bentang : ";NABENS$
100 INPUT "Panjang bentang : ";L
110 INPUT "Kuat tekan karakteristik beton : ";C
120 INPUT "Mutu baja tul. pokok : ";S : INPUT "Mutu baja sengkang : ";SBG
130 INPUT "Momen : ";M : INPUT "Gaya geser : ";D
140 INPUT "jenis beban (t=1/s=2) : ";JEBAN
150 IF JEBAN=1 THEN 180
160 IF JEBAN=2 THEN 210
170 BBN$="Jenis beban : tetap" : PRINT BBN$
180 CI=.33*C : SI=.58*S : N1=330/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 240
190 SISK=.58*SBG
200 BBN$="Jenis beban : sementara" : PRINT BBN$
210 CI=.56*C : SI=.83*S : N1=220/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 240
220 SISK=.83*SBG
230 INPUT "n (bulatkan ke bawah) : ";N
240 PS=CI/(CI+SI/N) : WO=.5*PS*CI/SI : AFO=(1/(.5*CI*PS*(1-PS/3)))^.5
250 INPUT "Lebar balok : ";B
260 INPUT "Tinggi balok : ";HT
270 INPUT "Selimut beton : ";DS
280 H=HT-DS : AF=H/((M/B)^.5)
290 IF AF<=AFO THEN 320
300 IF AF>AFO THEN 670
310 TUL$="pakai tul. rangkap"
320 INPUT "selimut desak : ";DT
330 M1=(B*(H^2))/(AFO^2) : M2=M-M1 : DA=M2/(H-DT) : T2=DA
340 A1=WO*B*H : A2=T2/SI : AR=A1+A2
350 INPUT "pakai tul. tarik diameter berapa cm ? ";DR
360 A1R=1/4*3.14*(DR)^2 : JUR=AR/A1R : PRINT "jumlah tul. tarik : ";JUR
370 INPUT "Pakai tul. tarik (bulatkan ke atas) : ";JUR1 : AR1=JUR1*A1R
380 Y=PS*H : SA=N*((Y-DT)/Y)*CI : AD=DA/SA
390 INPUT "pakai tul. desak diameter berapa cm ? ";DD
400 A1D=1/4*3.14*(DD)^2 : JUD=AD/A1D : PRINT "jumlah tul.desak : ";JUD : GOTO 420
410 INPUT "Pakai tul. desak (bulatkan ke atas) : ";JUD1 : AD1=JUD1*A1D
420 INPUT "Mo ngeprint out-putnya (y=1/t=2) ? ";PIYE
430 IF PIYE=1 THEN 460
440 IF PIYE=2 THEN 920
450 LPRINT
460 LPRINT ,G$
470 LPRINT ,"* PERENCANAAN BALOK PBI'71 *"
480 LPRINT ,TMS : LPRINT ,G$
490 LPRINT
500 LPRINT ,.
510 LPRINT ,.          (semua satuan dalam kg-cm)"
520 LPRINT , "Nama bentang : ";NABENS$ : LPRINT , "Panjang bentang : ";L, BBN$
530 LPRINT , "Lebar balok : ";B, "Tinggi : ";HT, "ds & dt : ";DS, " , ";DT
540 LPRINT , "Mutu beton : ";C, "Baja pokok & skg : ";S, " , ";SBG
550 LPRINT , "Momen : ";M, "Gaya geser : ";D

```



```

560 LPRINT , "Kuat ijin beton : ";CI, "Teg. ijin baja : ";SI
570 LPRINT , "n : ";N, "psi : ";PS, "wo : ";WO : LPRINT , "afo : ";AFO, "af : ";AF
580 LPRINT
590 LPRINT , TUL$
600 LPRINT , "M1 : ";M1, "M2 : ";M2, "Da = T2 : ";DA
610 LPRINT , "A1 : ";A1, "A2 : ";A2, "A-tarik : ";AR
620 LPRINT , "Dipakai tul. tarik : ";JUR1; "-" ; DR, "luasnya : ";AR1
630 LPRINT , "Ta' : ";SA, "A-desak : ";AD
640 LPRINT , "Dipakai tul. desak : ";JUD1; "-" ; DD, "luasnya : ";AD1
650 GOTO 920
660 IF AF >= AFO THEN 670
670 TUL$ = "pakai tul. sebelah"
680 Y = PS * H : A = M / (SI * (H - Y / 3))
690 INPUT "pakai tul. diameter berapa cm ? : "; D1S
700 A1S = 1/4 * 3.14 * (D1S)^2 : JUM = A / A1S : PRINT "jumlah tul. : "; JUM
710 INPUT "jumlah tul. (bulatkan ke atas) : "; JUM1 : A1 = JUM1 * A1S
720 INPUT "Mo ngeprint out-putnya (y=1/t=2) ? : "; TASK
730 IF TASK = 1 THEN 750
740 IF TASK = 2 THEN 920
750 LPRINT : LPRINT : LPRINT
760 LPRINT , G$
770 LPRINT , "* PROGRAM PERENCANAAN BALOK PBI'71 *"
780 LPRINT , TMS : LPRINT , G$
790 LPRINT
800 LPRINT , "          semua satuan dalam kg-cm"
810 LPRINT , "Nama bentang : "; NABEN$ : LPRINT , "Panjang bentang : "; L, BBN$
820 LPRINT , "Lebar balok : "; B, "Tinggi : "; HT, "ds : "; DS,
830 LPRINT , "Mutu beton : "; C, "Baja pokok & skg : "; S; " , "; SBG
840 LPRINT , "Momen : "; M, "Gaya geser : "; D
850 LPRINT , "Kuat ijin beton : "; CI, "Teg. ijin baja : "; SI
860 LPRINT , "n : "; N, "psi : "; PS, "wo : "; WO : LPRINT , "afo : "; AFO, "af : "; AF
870 LPRINT
880 LPRINT , TUL$
890 LPRINT , "Luas tulangan yang diperlukan : "; A
900 LPRINT , "Dipakai tul. : "; JUM1; "-" ; D1S, "luasnya : "; A1
910 GOTO 920
920 REM * PERHITUNGAN GESER *
930 CG = (8/7) * (D / (B * H))
940 CGI = .43 * C^.5 : CGS = .68 * C^.5 : CGM = 1.08 * (C)^.5
950 PRINT "gsr. ij. : "; CGI,
960 PRINT "Gsr. ij. smtr. : "; CGS : PRINT "gsr. ij. dg. tul-gsr : "; CGM
970 IF CG < CGI THEN 1010
980 IF CG > CGI AND CG < CGS THEN 1120
990 IF CG > CGS AND CG < CGM THEN 1130
1000 IF CG > CGM THEN 1140
1010 PRINT "Gaya geser (cg) : "; CG : GOTO 1020
1020 PRINT "Tidak perlu tul. geser; syarat dipakai sengkang 8-20" : GOTO 1030
1030 INPUT "Mo diprint out-putnya (y=1/t=2) ? : "; TKN
1040 IF TKN = 1 THEN 1060
1050 IF TKN = 2 THEN 1550
1060 LPRINT
1070 LPRINT , "Perhitungan geser" : LPRINT , "gaya geser : "; CG,
1080 LPRINT , "gsr. ijin : "; CGI, "gsr. ij. smtr : "; CGS
1090 LPRINT , "gsr. ij. dg. tul. geser : "; CGM
1100 LPRINT , "Dipakai sengkang diameter 8-20"

```

```

110 GOTO 1550
120 CT=CG-CGI : PRINT "gaya geser (ct) : ";CT : GOTO 1150
130 CT=CG : PRINT "gaya geser (ct) : ";CT : GOTO 1150
140 PRINT "nggak aman ,dimensi harus diperbesar !!!" : GOTO 260
150 INPUT "pakai sengkang / komb. tul. miring (s=1/k=2)? : ";TNY
160 IF TNY=1 THEN 1180
170 IF TNY=2 THEN 1300
180 INPUT "sengkang diameter (cm) : ";DSK : SK=DSK*10
190 ASK=2*(1/4*3.14*DSK^2) : JSK=(ASK*SISK)/(CT*B) : PRINT "jarak skg : ";JSK
200 INPUT "jrk skg (bulatkan ke bawah) : ";JSK1 : CSK1=(ASK*SISK)/(JSK1*B)
210 INPUT "Mo diprint out-putnya (y=1/t=2) ? : ";TKN
220 IF TKN=1 THEN 1240
230 IF TKN=2 THEN 1550
240 LPRINT
250 LPRINT ."Perhitungan geser"
260 LPRINT ."G. geser (cg) : ";CG,"gsr. u. skg (ct) : ";CT
270 LPRINT ."gsr.ijin : ";CGI,"gsr. ij. smtr : ";CGS
280 LPRINT ."gsr. ij. dg. tul. geser : ";CGM
290 LPRINT ."Dipakai sengkang diameter ";SK;"-";JSK1 : GOTO 1550
300 INPUT "pakai sengkang diameter (cm) : ";DSK
310 CSK=1/2*CT : ASK=2*(1/4*3.14*DSK^2) : JSK=(ASK*SISK)/(CSK*B) : SK=DSK*10
320 PRINT "Gaya gsr : ";CT,"gsr.ditahan skg. : ";CSK,"jrk. skg. : ";JSK
330 INPUT "Jarak skg (bulatkan ke bawah) : ";JSK1
340 CSK1=(ASK*SISK)/(JSK1*B) : XM=(CGI/CG)*.5*L : YM=(.5*L)-XM
350 ND=YM/(H-DT) : PRINT "jumlah daerah : ";ND
360 INPUT "jumlah daerah (bulatkan ke atas) : ";NA1 : PM=YM/NA1
370 CTM=CT-CSK1 : ATM=CTM*(PM*B)/(SISK*2^.5)
380 INPUT "tul. miring diameter (cm) : ";DTM : A1M=1/4*3.14*DTM^2
390 JTM=ATM/A1M : PRINT "jumlah tul. miring : ";JTM
400 INPUT "jumlah tul. miring (bulatkan ke atas) : ";JTM1 : ATM1=JTM1*A1M
410 INPUT "Mo diprint out-putnya (y=1/t=2) ? : ";TKN
420 IF TKN=1 THEN 1440
430 IF TKN=2 THEN 1550
440 LPRINT
450 LPRINT ."Perhitungan geser"
460 LPRINT ."g. geser (cg) : ";CG,"gsr. ditahan (ct) : ";CT
470 LPRINT ."gsr.ijin : ";CGI,"gsr. ij. smtr : ";CGS
480 LPRINT ."gsr. ij. dg. tul. geser : ";CGM
490 LPRINT ."Dipakai sengkang diameter ";SK;"-";JSK1
500 LPRINT ."Ts : ";CSK,"kap. gsr. skg. (Ts1) : ";CSK1
510 LPRINT ."x : ";XM,"y : ";YM,"luas daerah : ";PM
520 LPRINT ."Tm : ";CTM,"Atm : ";ATM
530 LPRINT ."Dipakai tul. miring : ";JTM1;"-";DTM
540 LPRINT ."Luas tul. miring terpakai : ";ATM1 : GOTO 1550
550 INPUT "Mo ngitung lagi (y=1/t=2) ? : ";TAKON
560 IF TAKON=1 THEN 1580
570 IF TAKON=2 THEN 1650
580 INPUT "Ngitung balok lain atau re-disain (Lain=1/re-ds=2) ? : ";MESA
590 IF MESA=2 THEN CLS : GOTO 260
600 IF MESA=1 THEN 1610
610 CLS
620 G$="-----"
630 PRINT G$ : PRINT "* PROGRAM PERENCANAAN BALOK PBI'71 *" : PRINT G$
640 GOTO 140
650 END

```

```

10 CLS : REM * PROGRAM PERHITUNGAN KOLOM PBI'71 *
20 TMS$="          * RINI & IFHOEL *"
30 GS$="-----"
40 PRINT GS$
50 PRINT "* PERHITUNGAN KOLOM PBI'71 *"
60 PRINT GS$
70 PRINT
80 PRINT "      semua satuan dalam kg-cm" : PRINT
90 INPUT "Nama kolom : ";NAKOL$ : INPUT "Dukungan kolom : ";DUK$
100 INPUT "Panj. teori kolom (lt) : ";LT : INPUT "Panj. tekuk kolom (lk) : ";LJ
110 INPUT "Mutu beton : ";C : INPUT "Mutu baja : ";S
120 INPUT "Momen : ";M : INPUT "Gaya aksial : ";P
130 INPUT "Jenis beban (t=1/s=2) : ";BEBAN
140 IF BEBAN=2 THEN 170 : IF BEBAN=1 THEN 150
150 BBN$="beban tetap" : PRINT BBN$
160 CI=.33*C : SI=.58*S : N1=330/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 190
170 BBN$="beban sementara" : PRINT BBN$
180 CI=.56*C : SI=.83*S : N1=220/C^.5 : PRINT "n : ";N1 : GOTO 190
190 INPUT "n (bulatkan ke bawah) : ";N
200 PSI=CI/(CI+SI/N) : WO=.5*PSI*CI/SI : AFO=(1/((.5*CI*PSI*(1-PSI/3)))^.5
210 INPUT "beban sentris (y=1/t=2) ? : ";SENTRIS
220 IF SENTRIS=1 THEN EO=0 : SENT$="sentris" : PRINT SENT$ : GOTO 240
230 IF SENTRIS=2 THEN EO=M/P : SENT$="tdk sentris" : PRINT SENT$ : GOTO 240
240 INPUT "ht (min 15 cm) : ";HT : INPUT "b (min 15 cm) : ";B : INPUT "d : ";D
250 FB=HT*B : VAR1=.01*FB : VAR2=.06*FB : H=HT-D
260 VAR3=EO/HT : PRINT "eo/ht : ";VAR3
270 INPUT "koef. C1 : ";C1 : INPUT "koef. C2 : ";C2
280 E1=C1*C2*HT*(LK/(100*HT))^2 : EO1=(1/30)*HT : PRINT "eo' : ";EO1
290 IF EO1<=2 THEN EO1=2
300 E2=.15*HT : E=EO+EO1+E1+E2 : VAR4=(HT/2)-D
310 IF E>VAR4 THEN 720
320 IF E<=VAR4 THEN 330
330 EKS$="Perenc. eksentrisitas kecil" : PRINT EKS$
340 SIMET$="Tul. simetris A=A'" : PRINT SIMET$
350 INPUT "Trial jumlah tul. : ";JUM : INPUT "diameter : ";D1
360 LD1=1/4*3.14*D1^2 : AS=JUM*LD1 : PRINT "As : ";AS
370 IF AS<VAR1 THEN AS=VAR1 : JUM=VAR1/LD1 : GOTO 400
380 IF AS>VAR1 AND AS<VAR2 THEN 410
390 IF AS>VAR2 THEN PRINT "As > 6% Fb * kurangi, trial lagi !" : GOTO 350
400 PRINT "jml tul : ";JUM : INPUT "jml tul (bulatkan ke atas - genap) : ";JUM
410 AS=JUM*LD1 : ATOT=FB+N*AS : IT=(1/12)*B*H^3+N*AS*(HT/2-D)^2
420 VAR5=(P/ATOT) : VAR6=(M*HT/2)/IT
430 TEG1=VAR5-VAR6 : TEG2=VAR5+VAR6
440 IF ABS(TEG1)>CI OR ABS(TEG2)>CI THEN 460
450 IF ABS(TEG1)<CI AND ABS(TEG2)<CI THEN 470
460 PRINT "Nggak aman, coba trial lagi !" : GOTO 240
470 PRINT "Amaan...!" : INPUT "Mo ngeprint output-nya (y=1/t=2) ?";TANYA
480 IF TANYA=1 THEN 540 : IF TANYA=2 THEN 490
490 INPUT "mo ngitung lagi (y=1/t=2) ?";TAKON
500 IF TAKON=2 THEN END : IF TAKON=1 THEN 510
510 INPUT "ngitung kolom lain/re-disain (lain=1/re-ds=2) ?";PIYE
520 IF PIYE=1 THEN 10
530 IF PIYE=2 THEN CLS : GOTO 240

```

```

540 LPRINT : LPRINT : LPRINT
550 LPRINT ,G$
560 LPRINT ,"* PERHITUNGAN KOLOM PBI'71 *"
570 LPRINT ,TMS : LPRINT ,G$
580 LPRINT
590 LPRINT ,(semua satuan dalam kg-cm)"
300 LPRINT ,"Nama kolom : ";NAKOL$,BBN$
310 LPRINT ,"L-teori : ";LT,"L-tekuk : ";LK
320 LPRINT ,"Mutu beton : ";C,"mutu baja : ";S
330 LPRINT ,"Tekan ij. beton : ";CI,"tarik ij. baja : ";SI
340 LPRINT ,"n : ";N,"psi : ";PSI,"wo : ";WO : LPRINT "afo : ";AFO,"af : ";AF
350 LPRINT ,"ht : ";HT,"b : ";B,"d : ";D,"Fb : ";FB
360 LPRINT ,"Momen : ";M,"aksial : ";P
370 LPRINT ,EKS$,SIMET$
380 LPRINT ,"1% fb : ";VAR1,"luas tul. : ";AS,"6% fb : ";VAR2
390 LPRINT ,"Dipakai tul. : ";JUM;"D";D1 : END
700 LPRINT ,"Teg1 : ";TEG1,"Teg2 : ";TEG2
710 GOTO 490
720 EKS$="eksentrisitas besar" : PRINT EKS$
730 Z=E+VAR4 : MZ=P*Z : AF=H/(MZ/B)^.5
740 IF AF>=AFO THEN 760
750 IF AF<AFO THEN 1070
760 TUL$="Tul. sebelah" : PRINT TUL$
770 INPUT "faktor tekuk (daftar Antono) : ";W
780 A1=W*B*H : A2=P/SI : A=A1-A2 : PRINT "Luas perlu : ";A
790 INPUT "pake tul. dia : ";D1 : LD1=1/4*3.14*D1^2
300 JUM=A/LD1 : PRINT "jumlah tul. perlu : ";JUM
310 INPUT "Dipakai jumlah : ";JUM1 : APK=JUM1*LD1
320 PRINT "Ingat ! Jarak antar tul. harus memenuhi syarat !!"
330 INPUT "Mo ngeprint output-nya (y=1/t=2) ? : ";TANYA
340 IF TANYA=1 THEN 910 : IF TANYA=2 THEN 850
350 INPUT "mo ngitung lagi (y=1/t=2) ?";TAKON
360 IF TAKON=1 THEN 880
370 IF TAKON=2 THEN END
380 INPUT "ngitung kolom lain/re-disain (lain=1/re-ds=2) ?";PIYE
390 IF PIYE=1 THEN 10
900 IF PIYE=2 THEN CLS : GOTO 240
910 LPRINT : LPRINT : LPRINT
920 LPRINT ,G$
930 LPRINT ,"* PERHITUNGAN KOLOM PBI'71 *"
940 LPRINT ,TMS : LPRINT ,G$
950 LPRINT
960 LPRINT ,(semua satuan dalam kg-cm)"
970 LPRINT ,"Nama kolom : ";NAKOL$,BBN$
980 LPRINT ,"L-teori : ";LT,"L-tekuk : ";LK
990 LPRINT ,"Mutu beton : ";C,"mutu baja : ";S
1000 LPRINT ,"Tekan ij. beton : ";CI,"tarik ij. baja : ";SI
1010 LPRINT ,"n : ";N,"psi : ";PSI,"wo : ";WO : LPRINT ,"afo : ";AFO,"af : ";AF
1020 LPRINT ,"ht : ";HT,"b : ";B,"d : ";D,"Fb : ";FB
1030 LPRINT ,"Momen : ";M,"aksial : ";P,"Mz : ";MZ
1040 LPRINT ,EKS$,TUL$
1050 LPRINT ,"1% fb : ";VAR1,"luas tul. : ";AS,"6% fb : ";VAR2
1060 LPRINT ,"Dipakai tul. : ";JUM1;"D";D1 : GOTO 850

```

```

060 LPRINT ,"Dipakai tul. : ";JUM1;"D";D1 : GOTO 850
070 TUL$="Tul. rangkap" : PRINT TUL$
080 M1=(B*H^2)/(AFO^2) : M2=MZ-M1 : T2=M2/(H-D) : DA=T2
090 A1=WO*B*H : A2=T2/SI : A3=P/SI : AT=A1+A2-A3 : PRINT "At-perlu : ";AT
100 INPUT "Pake tul. dia : ";DT : LDT=1/4*3.14*DT^2 : JTR=AT/LDT
110 PRINT "jum. tul-trk : ";JTR
120 INPUT "jum. tul-trk (bulatkan ke atas) : ";JTR1 : ATR1=JTR1*LDT
130 Y=PSI*H : SIA=N*CI*(Y-D)/Y : AD=DA/SIA : PRINT "Ad-perlu : ";AD
140 INPUT "Pake tul. dia : ";DD : LDD=1/4*3.14*DD^2 : JD=AD/LDD
150 PRINT "jum. tul-dsk : ";JD
160 INPUT "jum. tul-dsk (bulatkan ke atas) : ";JD1 : AD1=JD1*LDD
170 INPUT "Dipakai tul. simetris aja deh...! (y=1/t=2) : ";PILIH
180 IF PILIH=1 THEN 1190: IF PILIH=2 THEN 1210
190 IF AT < AD THEN ATR1=AD1 : JTR1=JD1
200 IF AD<AT THEN AD1=ATR1 : JD1=JTR1
210 ATOT=AD1+ATR1
220 PRINT "As-tot : ";ATOT : PRINT "1% Fb : ";VAR1 : PRINT "6% Fb : ";VAR2
230 IF ATOT<VAR2 AND ATOT>VAR1 THEN 1250
240 IF ATOT<VAR2 AND ATOT>VAR1 THEN 1260
250 PRINT "As-tot memenuhi thd Fb" : GOTO 1270
260 PRINT "As-tot tdk memenuhi thd Fb, disain lagi" : GOTO 240
270 INPUT "Mo ngeprint output-nya (y=1/t=2) ? : ";TANYA
280 IF TANYA=1 THEN 1340 : IF TANYA=2 THEN 1290
290 INPUT "mo ngitung lagi (y=1/t=2) ?";TAKON
300 IF TAKON=1 THEN 1320
310 IF TAKON=2 THEN END
320 INPUT "ngitung kolom lain/re-disain (lain=1/re-ds=2) ?";PIYE
330 IF PIYE=1 THEN 10 : IF PIYE=2 THEN 240
340 LPRINT : LPRINT : LPRINT
350 LPRINT ,G$
360 LPRINT ,"* PERHITUNGAN KOLOM PBI`71 *"
370 LPRINT ,TMS : LPRINT ,G$
380 LPRINT
390 LPRINT ." (semua satuan dalam kg-cm)"
400 LPRINT ,"Nama kolom : ";NAKOL$,BBN$
410 LPRINT ,"L-teori : ";LT,"L-tekuk : ";LK
420 LPRINT ,"Beton K-";C,"Baja : ";S
430 LPRINT ."Dsk. ij. btn. : ";CI,"Trk. ij. baja : ";SI
440 LPRINT ,"n : ";N,"psi : ";PSI,"wo : ";WO : LPRINT "afo : ";AFO,"af : ";AF
450 LPRINT ."ht : ";HT,"b : ";B,"d : ";D,"Fb : ";FB
460 LPRINT ,"Momen : ";M,"aksial : ";P : LPRINT "Mz : ";MZ,"M1 : ";M1,"M2 : ";M2
470 LPRINT .EKSS$,TUL$
480 LPRINT ."A-trk perlu : ";AT,"A-dsk perlu : ";AD
490 LPRINT ,"1% fb : ";VAR1,"As-tot : ";ATOT,"6% fb : ";VAR2
500 LPRINT ."Dipakai tul. trk. : ";JTR1;"D";DT,"A-trk : ";ATR1
510 LPRINT ,"Dipakai tul. dsk. : ";JD1;"D";DD,"A-dsk : ";AD1
520 GOTO 1290
530 END

```

```

#include "Taisp.inc"
CALL Laver
InptTot% = 11
DIM St$(InptTot%)
CurInpt% = 0
Do
  Gosub Sensored
  I% = CurInpt%
  Jwb$ = St$(I%):Pj%=15
  Call inpstr(2 + CurInpt%,31)
  St$(I%) = Jwb$
  nmpel$=St$(0)
  fc=val(St$(1)):fy=val(St$(2)):Lx=val(St$(3))
  Ly=val(St$(4)):tp=val(St$(5)):Ql=val(St$(6))
  Qd=val(St$(7)):Dtp=val(St$(8)):Dp=val(St$(9))
  pb=val(St$(10)):Rbal=val(St$(11))
  If Kode% = 59 then Call Perhitungan
  If Kode% = 60 then Call Perhitungan:Call Printer
loop until Kode$ = chr$(27)
Cl=
END

Sensored:
Kode$ = INKEY$
Kode% = 0: Ctrl = 0
IF LEN(Kode$) = 2 THEN Kode% = ASC(RIGHT$(Kode$, 1)): Kode$ = LEFT$(Kode$, 1)
RETURN

Sub Perhitungan
#shared fc,fy,Lx,Ly,tp,ql,qd,Dtp,Dp,pb,Rbal,N(),Spasi(),Sbagi,Mlx,Mly,mtx,mty
Salah = 0
On Error Goto Handler
if Fc <= 30 then B1 = 0.85 else B1 = .85 - 0.008*(fc-30)
Pi = 3.141593

rem Distribusi momen
Qu = (1.2 * Qd + 1.6 * Ql)*10^-2
B = Ly / Lx
Mlx = (0.071 * Qu * Lx^2)*10^-6
Mly = (0.030 * Qu * Lx^2)*10^-6
Mtx = .5 * Mlx
Mty = .5 * Mly

rem Kontrol tebal pelat
H.min = (Lx*(.8+(fy/1500)))/(36+9*b)
IF H.min > to then to = H.min

rem Kontrol terhadap geser
Vu = (1.15 * .5 * Qu * Lx)*10^-3
d = tp - pb - 1/2 * Dtp
Vc = (Sqr(fc) * 1000 * d/6)*10^-3
Rvc = Rbal * Vc
If Rvc < Vu then
  Kat$ = "Kontrol geser"
  Kat1$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Tebal pelat"
  Goto 2
End if

rem Perhitungan tulangan
mnt(1)=(mlx/.8)*10^6
mnt(2)=(mly/.8)*10^6
Rb = (B1 * .85 * fc / fy)*(600/(600+fy))
Rmax = .75 * rb

```

```

      Rmin = 1.4 / fy
M = fy/(B1*fc)

For I = 1 to 2
Rn = Mnt(I)/(1000 * d^2)
TEMP = SQR(1-((2*M*Rn)/(Fy)))
Rperlu = (1/M)*(1-Temp)
If Rperlu < rmin then
  rperlu = rmin
Elseif Rperlu > Rmax then
  rperlu = rmax
End if
Aes = Rperlu * 1000 * d
A.Dtp = .25 * Pi * Dtp^2
Spasi(I) = Fix((1000 * A.Dtp) / Aes)
N(I) = 1000 / Spasi(I)

rem Kontrol kapasitas
Ts = (A.Dtp * N(I) * fy)
a = Ts/(B1*fc*1000)
Mntot(I) = Ts * (d - .5 * a)
Next

mx = mnt(1);mny = mnt(2)

If Mntot(1) < Mlx and Mntot(2) < Mly then
  Ket$ = "Kontrol geser"
  Ket1$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Tebal pelat"
  Goto 2
End if

rem perhitungan tulangan pembagi
A.pb = (720 * Tp) / fy
A.Dp = .25 * Pi * Dp^2
Sbagi = Fix(A.Dp * 1000 / A.pb)
Goto 1

```

```

Sub Perhitungan
Shared fc, fy, bw, h, L, Dtp, Ds, pb, Tepi, Hf, Mu, Rbal, Vu.max, Dts, Tu, Tul%, Geser%, T
, N1, M1, S
On Error Goto Handler
IF Tepi = 1 THEN
    Temp = bw + L / 12
    Tmp = bw + 16 * hf
    IF Temp > Tmp THEN
        bf = Temp
    ELSE
        bf = Tmp
    END IF
ELSE
    Temp = 1 / 4 * L
    Tmp = bw + 16 * hf
    IF Temp > Tmp THEN
        bf = Temp
    ELSE
        bf = Tmp
    END IF
END IF
if Fc < 30 Then B1 = .85
If Fc > 30 Then B1 = .85 - 0.008*(fc-30)
Pi = 3.141593
Es = 2 * 10 ^ 5
rb = ((.85 * fc * B1) / fy) * (600 / (600 + fy))
rmin = 1.4 / fy
rmax = .75 * rb
m = fy / (.85 * fc)
d = h - pb - Ds - 1 / 2 * Dtp
Mn = Mu / .8
Rn = (Mn * 10 ^ 6) / (bw * d ^ 2)
Temp = (1 - ((2 * m * Rn) / fy))
Temp = (1 - SQR(Temp))
Rperlu = (1 / m) * Temp
if Rperlu < Rmin then Rperlu = Rmin
IF rmin <= Rperlu AND Rperlu < rmax THEN
    Tul% = 1
    Aes = Rperlu * bw * d
    A.Rbal = 1 / 4 * Pi * Dtp ^ 2
    N = FIX(Aes / A.Rbal) + 1
    Asb = N * A.Rbal
    IF Asb < Aes THEN
        Ket$ = "Asb < Aes"
        Ket1$ = "Ubah diameter tulangan pokok"
        Goto 2
    END IF
    d.akt = h - pb - Ds - Dtp
    r.akt = Asb / (bw * d.akt)
    IF r.akt > rmax THEN
        Ket$ = "R aktual > R max"
        Ket1$ = "Ubah h atau bw"
        Goto 2
    END IF
ELSEif Rmax < Rperlu then
    Tul% = 2
    if lom = 1 then Rperlu = Rperlu - 1: lom = 0
    As1 = rmax * bw * d
    Rn1 = 1 / 2 * fy * rmax * (2 - m * rmax)
    Mn1 = (Rn1 * bw * d ^ 2) * 10 ^ -6
    Mn2 = Mn - Mn1
    d1 = pb + Ds + (1 / 2 * Dtp)

```



```

As2 = (Mn2 * 10 ^ 6) / (fy * (d - d1))
Cu = (.003 * d) / ((fy / Es) * (1 + .003 / (fy / Es)))
E1s = .003 * (Cu - d1) / Cu
T1s = E1s * Es
IF T1s < fy THEN
    As.2 = (fy / T1s) * As2
    Aes = As1 + As.2
    A.s = As.2
ELSE
    Aes = As1 + As2
    A.s = As2
END IF
N = Aes / (1 / 4 * Pi * Dtp ^ 2): N = FIX(N) + 1
N1 = A.s / (1 / 4 * Pi * Dtp ^ 2): N1 = FIX(N1) + 1
IF N1 <= 1 THEN N1 = 2
Else
    Ket$ = "Rubah dimensi balok"
    Goto 1
END IF

If Tul% = 1 then
    x = (bw - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp) / (N - 1)
    Y = (h - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp)
    IF x < 25 THEN
        Y = (h - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp)
    END IF
    IF Y < 300 THEN toseng = 1
    A = ((Asb * fy) / (.85 * fc * bw))
    Ts = Asb * fy
    MnTot = Ts * (d - 1 / 2 * A)
    IF MnTot < Mn THEN
        Ket$ = "Tidak aman dikontrol kapasitas"
        Ket1$ = "Ubah dimensi beton"
        Goto 2
    end if
Else
    x = (bw - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp) / (N - 1)
    Y = (h - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp)
    IF x < 25 THEN
        Y = (h - 2 * pb - 2 * Ds - N * Dtp)
    END IF
    IF Y < 300 THEN toseng = 1
    A = ((Aes * fy) - (A.s * T1s)) / (.85 * fc * bw)
    Cc = 0.85 * fc * bw * A
    Cs = A.s * T1s
    MnTot = Cc * (d - 1 / 2 * A) + Cs * (d - pb - Ds - 1 / 2 * Dtp)
    IF MnTot < Mn THEN
        Ket$ = "Tidak aman dikontrol kapasitas"
        Ket1$ = "Ubah dimensi beton"
        Goto 2
    END IF
End if
Vu = Vu.max * Rbal
Vc = (1 / 6 * (SQR(fc) * bw * d)) * 10 ^ -3
RVc = Rbal * sqr(fc) * 1/6
Vs = (2 * d / 3 * (SQR(fc) * bw)) * 10 ^ -3
If Vu.max > Rbal * (Vc + Vs) then
    Ket$ = "Vu.max > φ(Vc + Vs)"
    Ket1$ = "Rubah dimensi beton."
    Goto 2
End if
RVu = (Vu.max*10^3)/(bw*d)
IF RVu < RVc THEN

```

```

Geser% = 2
ELSE
Geser% = 1
Vs = (Vu.max / Rbal) - Vc
Ads = 1 / 4 * Pi * Ds ^ 2
Av = 2 * Ads
S = ((Av * fy * d) / Vs) * 10^-3
IF S > d / 2 THEN S = d / 2
END IF
S = Fix(S)

IF Tepi = 1 THEN
Ex2y = hf ^ 2 * (bf - bw) + (bw ^ 2 * h)
ELSE
Ex2y = 2 * hf ^ 2 * (bf - bw) / 2 + bw ^ 2 * h
END IF
Tc = (SQR(fc) / 15) * bw ^ 2 * h * 10 ^ -6
Ct = (bw * d) / Ex2y
Rtc = Rbal * Tc
IF Rtc < Tu and toseng <> 1 THEN
Torsi% = 1
Ts = Tu*10^5 - Rtc
X1 = bw - 2 * pb - Ds
Y1 = h - 2 * pb - Ds
Alfa.T = (2 + Y1 / X1) / 3
IF Alfa.T > 1.5 THEN Alfa.T = 1.5
Ats = (Ts * 10 ^ 6) / (Alfa.T * X1 * Y1 * fy)
Ae = 2 * Ats * (X1 + Y1)
Rbal.Dts = .25 * Pi * Dts ^ 2
m1 = Fix((Ae / Rbal.Dts)*10^-5)+1
Elseif Toseng = 1 and Tu <> 0 and Rtc < Tu then
Toseng = 0
Torsi% = 3
Else
Torsi% = 2
END IF

```

Goto 1

```

Pi = 3.1415
Ulang:
  Bd = Qd / (Qd + Ql)
  'Inersia
  Ec = 4700 * sqr(fc)
  For I = 1 to Bbal
  Ib(I) = ((lb(I) * hb(I)^3)/12)*10^-12
  Eib(I) = Ib(I)/(5 * (1 + Bd))
  Next
  for I = 1 to 3
    Ik(I) = ((lk(I) * hk(I)^3)/12)*10^-12
    Eik(I) = Ik(I)/(2.5 * (1 + Bd))
  next
  'Kekakuan relatif
  if Pkol(1) = 0 and Pkol(3) <> 0 then
    Temp1 = Eik(2)/(Pkol(2)*10^-3)
    Temp2 = Eik(2) / (Pkol(2)*10^-3)+Eik(3)/(Pkol(3)*10^-3)
  ElseIf Pkol(3) = 0 and Pkol(1) <> 0 then
    Temp1 = Eik(1) / (Pkol(1)*10^-3)+Eik(2)/(Pkol(2)*10^-3)
    Temp2 = Eik(2) / (Pkol(2)*10^-3)
  end if
  If Pkol(1) = 0 and Pkol(3) = 0 then
    Temp1 =Eik(2)/(Pkol(2)*10^-3)
    Temp2 =Eik(2)/(Pkol(2)*10^-3)
  End if
  If Pkol(1) <> 0 and Pkol(3) <> 0 then
    Temp1 =Eik(1) / (Pkol(1)*10^-3)+Eik(2)/(Pkol(2)*10^-3)
    Temp2 =Eik(2) / (Pkol(2)*10^-3)+Eik(3)/(Pkol(3)*10^-3)
  end if
  If Tepi = 1 then
    Mu1 = Temp1/(Eib(1)/(Pbal(1)*10^-3))
    If Eib(2) <> 0 then
      Mu2 = Temp2/(Eib(2)/(Pbal(2)*10^-3))
    else
      Mu2 = 0
    End if
  ElseIf Tepi = 2 then
    t = (Eib(1)/(Pbal(1)*10^-3))+(Eib(2)/(Pbal(2)*10^-3))
    Mu1 = Temp1/t
    if Eib(2) <> 0 then
      t1=(Eib(3)/(Pbal(1)*10^-3))+(Eib(4)/(Pbal(2)*10^-3))
      Mu2 = Temp2/t1
    else
      Mu2 =0
    end if
  End if
  Mum = (Mu1 + Mu2)/2
  if Mum < 2 then
    k = ((20 - Mum)/20) * SQR(1 + Mum)
  else
    k = 0.90 * SQR(1 + Mum)
  end if
  '*****
  lk = lk(2):hk = hk(2):Pkol=Pkol(2)
  Ik = Ik(2):Eik = Eik(2)
  Ak = lk * hk
  'Kelangsingan kolom
  r = Sqr(Ik/(Ak*10^-6))
  temp = (k * Pkol / r) * 10^-3
  If Temp < 22 then
    lang$ = "Kolom tidak langsing"

```

```

end if
If 22 <= Temp and Temp <= 100 then
  Lang$ = "Kolom langsing"
  Pc = (Pi^2 * (Ec * Ik)*10^9)/(k * Pkol)^2
  asi = Pu / (Rkol * Pc)
  d.b = 1 / (1 - asi)
  d.s = 1 / (1 - (Epu / Rkol * EPc))
  Mc = d.b * Mmax
  Mn = Mc / RKol
  e = (Mn*10^3) / (Pu / Rkol)
  if e < 15 + .03*hk then 'rubah lk ATAU hk
  Ket$ = "Rubah dimensi kolom"
  Goto 3
end if
end if
If Temp > 100 then
  Ket$ = "Rubah dimensi kolom"
  Goto 3
end if
'Perencanaan tulangan
DtpUl:
if fc < 30 then B1 = .85
if fc > 30 then B1 = .85 - .008 * (fc - 30)
m = fy / (0.85 * Fc)
d = lk - pb - 1/2 * Dtp - Ds
Rn = (Mmax * 10^6)/(lk * d^2)
rb = ((.85 * fc * B1) / fy) * (600/(600+Fy))
rmin = 1.4 / fy
rmax = 0.75 * rb
r.perlu = (1 / m) * (1 - SQR(1 - (2 * m * Rn) / Fy))
if r.perlu < rmin then
  r.perlu = rmin
elseif r.perlu > rmax then
  r.perlu = rmax
End if
Aes = r.perlu * lk * d
Ao = 1/4 * Pi * Dtp^2
N = Fix(Aes / Ao) + 1
Tul:
Asb = N * Ao
Rb = Asb / (lk * d)
if Rmin < Rb and Rb < Rmax then
  Tul$ = "Ok.. dech !!!"
elseif Rb < Rmun then
  Ket$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Jumlah tulangan."
  Goto 3
end if
daks = pb - (1/2*Dtp + Ds)

'Kapasitas tampang
if fc < 30 then B1 = .85
if fc > 30 then B1 = .85 - .008 * (fc - 30)
Cb = (600 / (600 + Fy)) * d
ab = B1 * Cb
fsb = 600 * (Cb - daks) / Cb
If Fsb < Fy then
  Pnb = (.85 * fc * ab * lk) + (A.aks.s * fsb) - (Aes * fy)
  Mnb = .85*fc*ab*lk*(1/2*h + 1/2*ab)+ A.aks.s*fsb*(1/2*h - daks)+ Aes*f
d-1/2*h)
else
  Pnb = (.85 * fc * ab * lk) + (A.aks.s * fy) - (Aes * fy)
  Mnb = .85*fc*ab*lk*(1/2*h + 1/2*ab)+ A.aks.s*fy*(1/2*h - daks)+ Aes*f

```

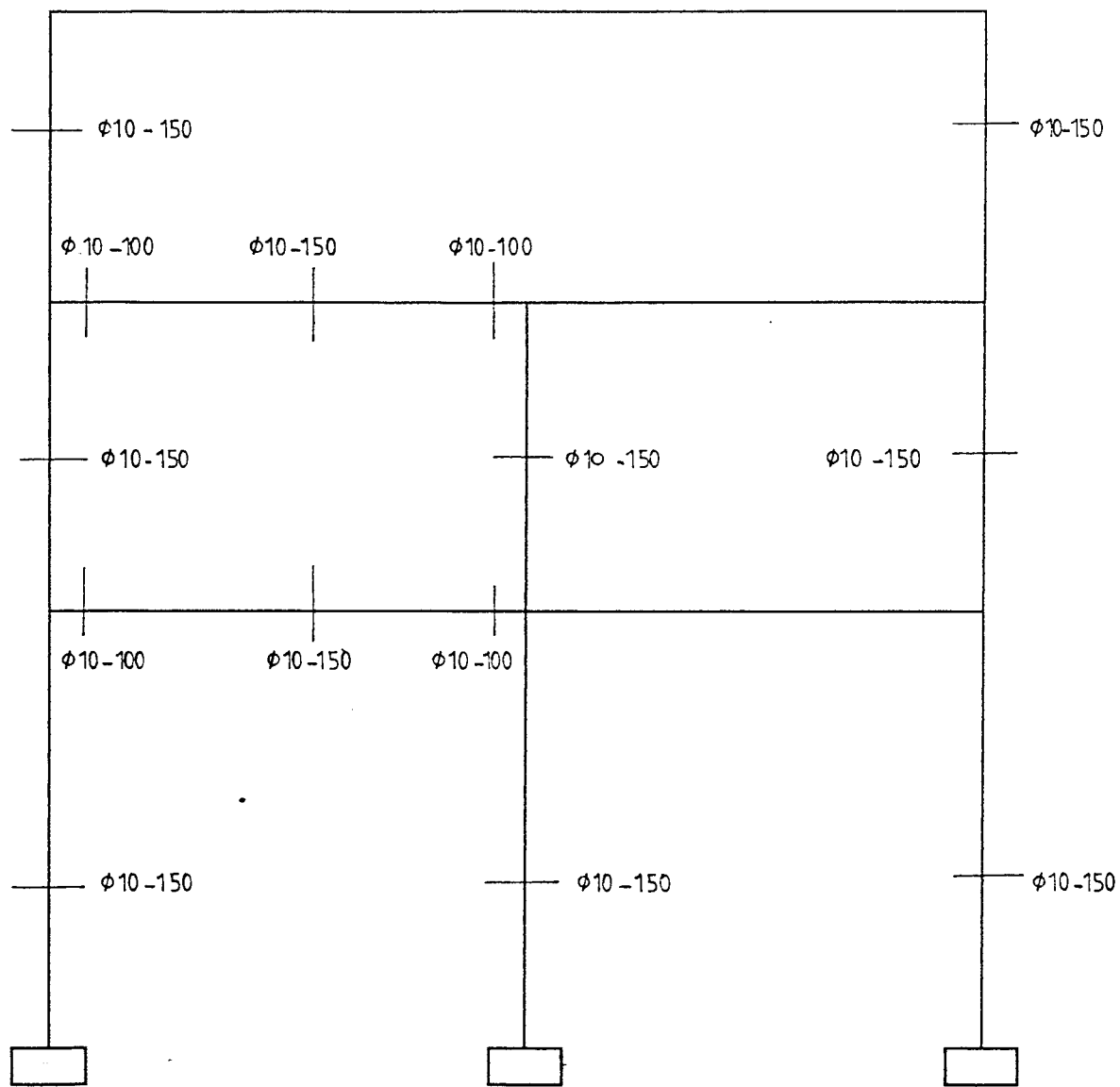
```

-1/2*h)
end if
eb = (Mnb*10^3) / Pnb
if e > eb then
  runtuh$ = "Keruntuhan tarik"
  M = fy / (B1*fc)
  Pn = B1*fc*lk*d*((hk-2*e)/(2*d) + sqrt((h-2*e)/(2*d)+2*m*rb*(1-d/daks)))
  Temp = Rkol*Pn
  if Temp < Pu/Rkol then
    Ket$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Jumlah tulangan."
    Goto 3
  End if
Else
  runtuh$ = "Keruntuhan desak"
  Pn = ((N * Ao * fy)/(e/((d-daks)+.5)))+((lk*hk*fc)/((3*hk)/d^2 + 1.1E
  Temp = Rkol*Pn
  if Temp < Pu/Rkol then
    Ket$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Jumlah tulangan."
    Goto 3
  End if
End if
a = (Pn*10^3) / (B1*fc*lk)
c = a/B1
fsb1 = 600*(c-daks) / c
if Fsb1 < fc then
  Ket$ = "Rubah Diameter tulangan pokok atau Jumlah tulangan."
  Goto 3
End if

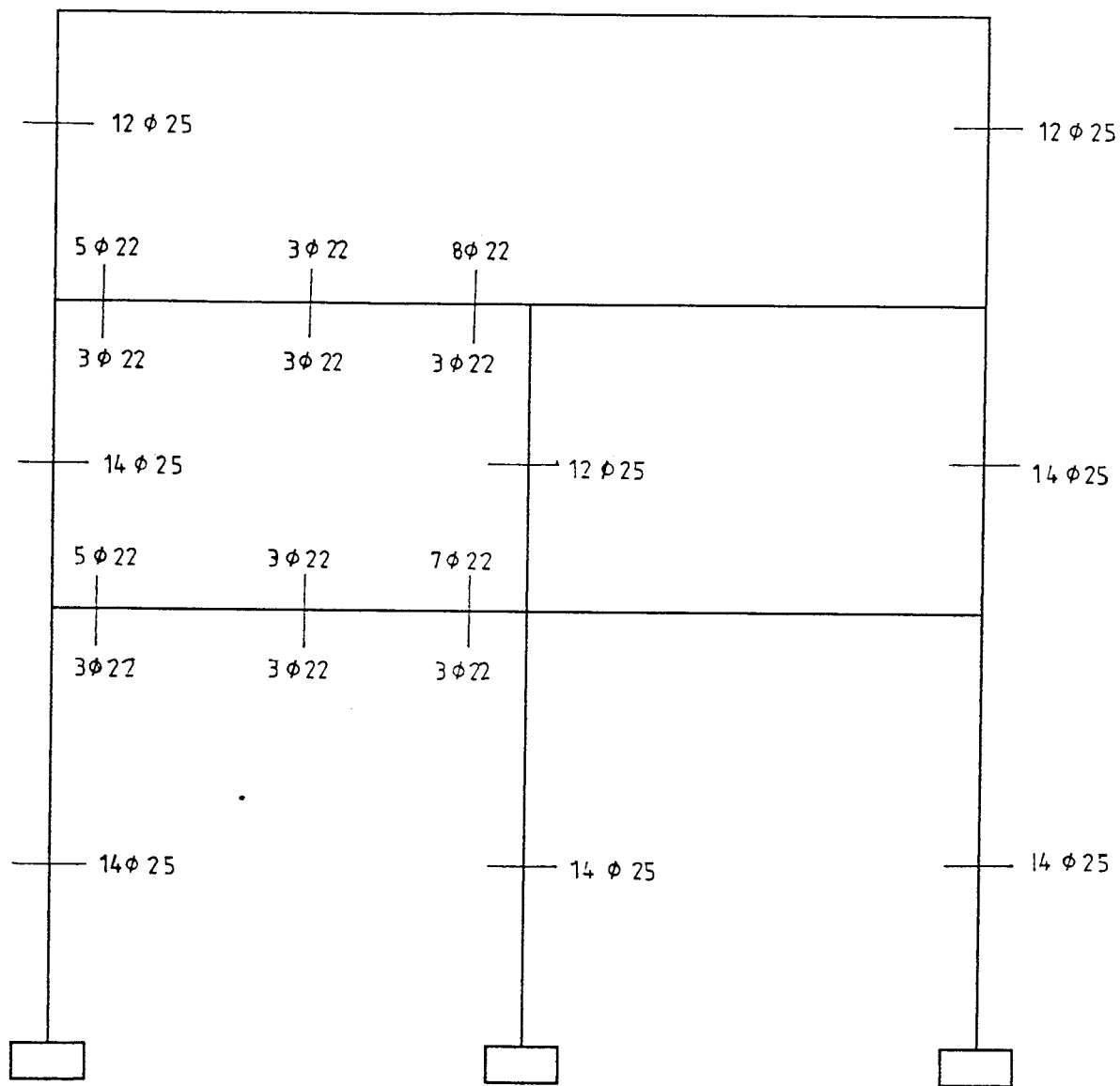
' Kontrol jarak tulangan
Y = hk - 2*pb - 2*Ds - 2*Dtp
If Y > 300 then
  Ket$ = "Y > 300"
  Ket1$ = "Rubah tinggi kolom."
  Goto 3
End if
X = (lk - 2*pb - 2*Ds - N*Dtp)/(N-1)
If X < 25 then
  Ket$ = "X < 25"
  Ket1$ = "Rubah lebar kolom."
  Goto 3
End if

' Design sengkang
X1 = hk
X2 = 16*Dtp
if X1 > X2 then
  Js = X1
Else
  Js = X2
End if
goto 2

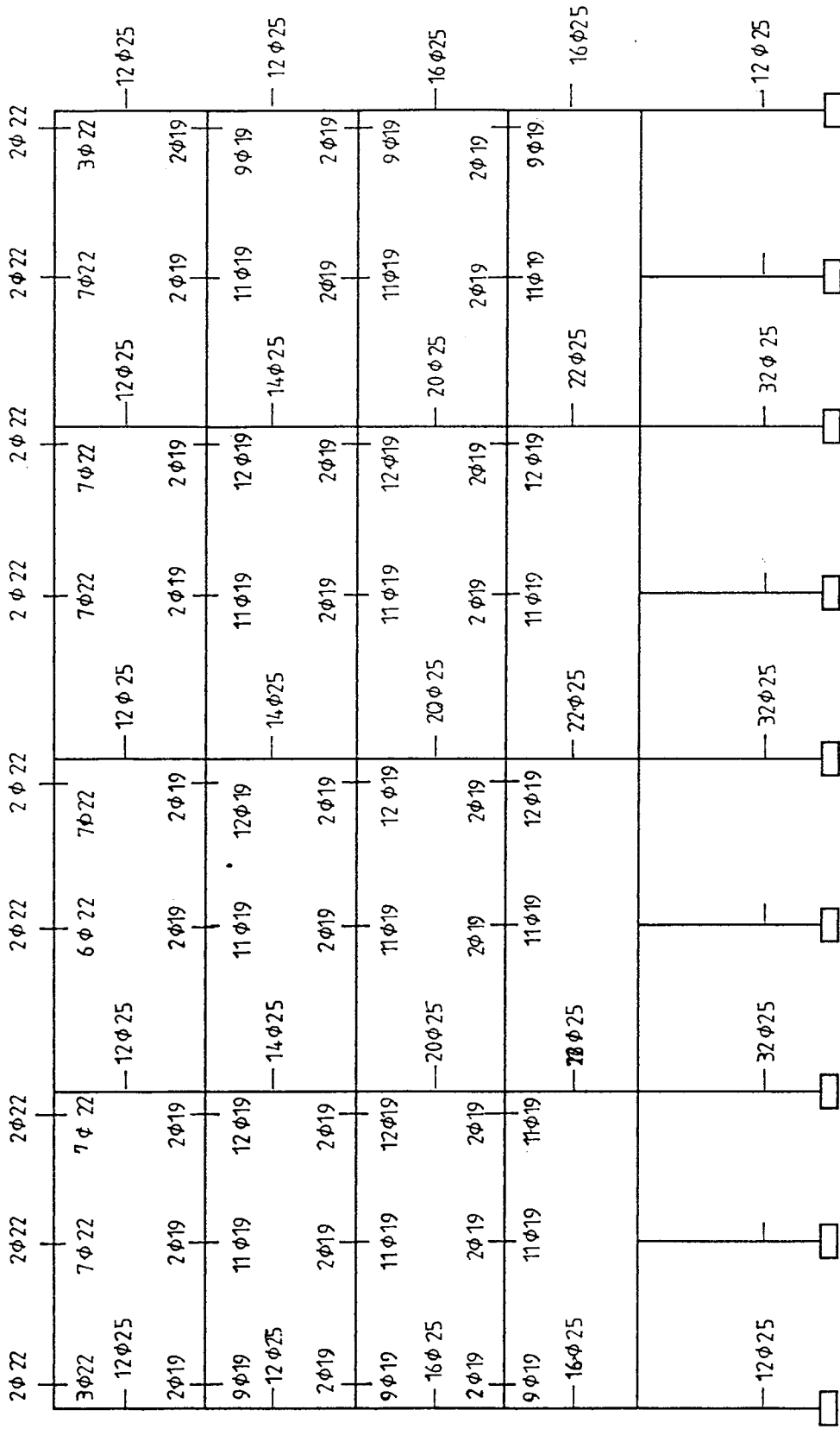
```



TUL GESER PROYEK TELKOM



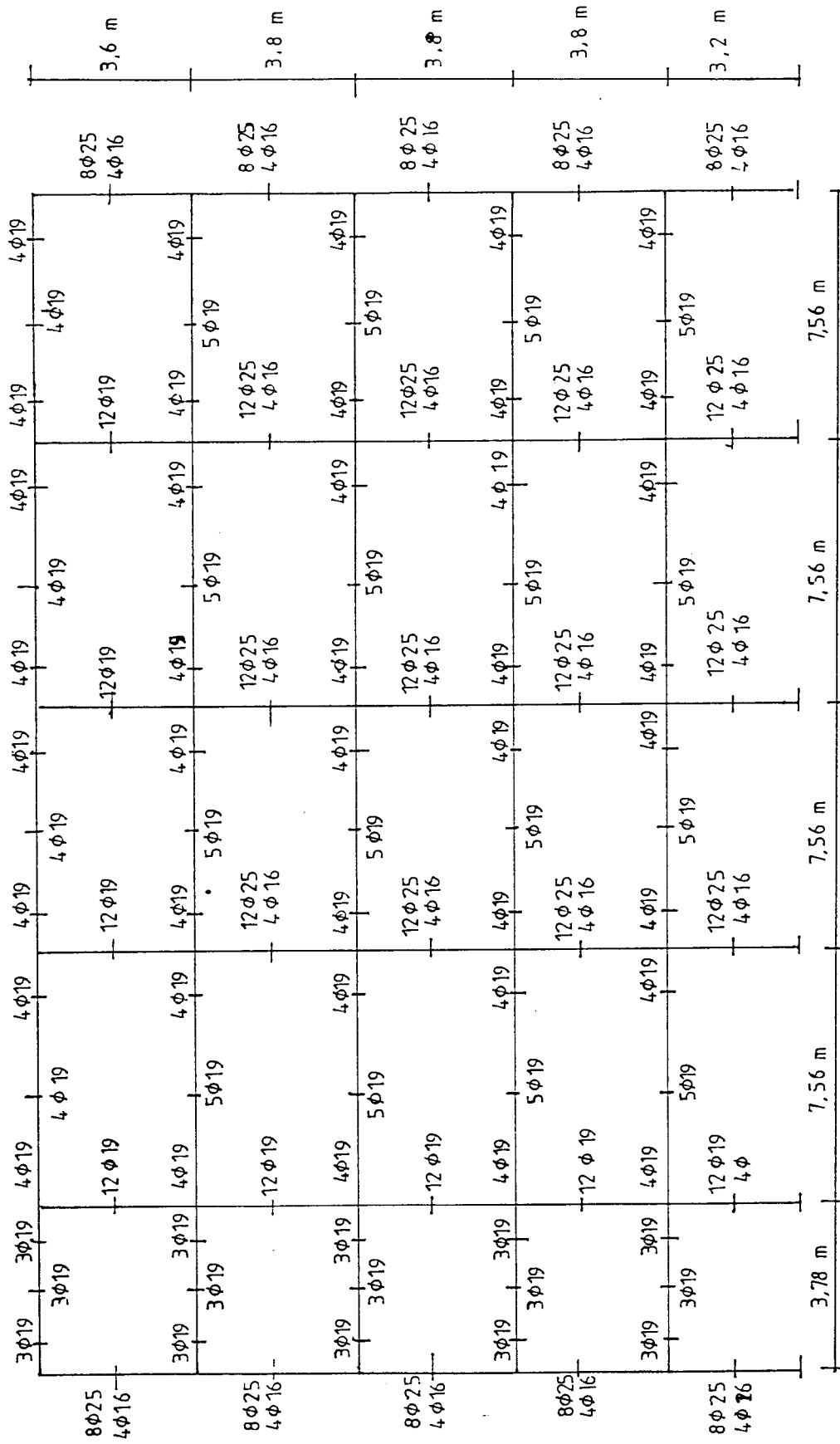
TUL. LENTUR TELKOM



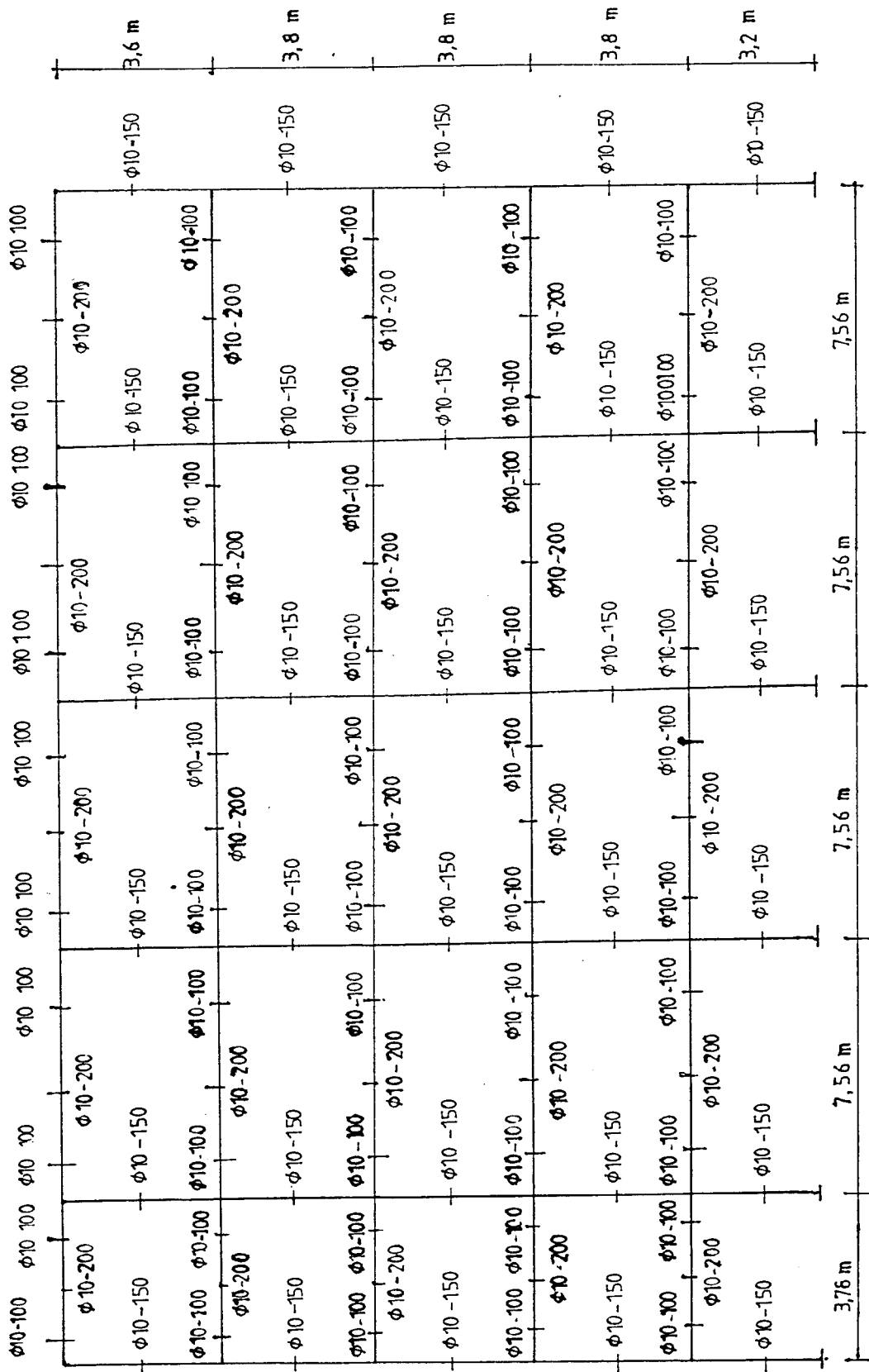
TULANGAN LENTUR PROYEK STIE YKPN

Tabel Tulangan Geser Portal STIE-YKPN

Balok	Ø tul. geser (mm)	Jarak tul. (cm)	Sepanjang (cm)
Balok atap :			
Duk. A,E	10	8	160
	10	10	80
	10	15	60
	10	20	Sisa
Duk. B, C, D	10	6	150
	10	10	100
	10	15	60
	10	20	Sisa
Bent. B-C	10	8	160
	10	10	80
	10	15	60
	10	20	Sisa
Bent. A-B, C-D-E	10	6	150
	10	10	100
	10	15	60
	10	20	Sisa
Balok Lantai :			
Duk. A, B, C, D, E	12	7	140
dan	12	10	90
Bent. A-B-C-D-E	12	15	60
	12	20	Sisa
Kolom :	10	15	1/4 lk
	10	20	Sisa



GAMBAR KEB. TULANGAN LENTUR



GAMBAR KEB. SENGKANG BALOK dan KOLON
 PROYEK SRI YOGYAKARTA