

PAPER NAME

Buku SAP 2000 revisi-2 (1).pdf

AUTHOR

Nanang Saiful Rizal

WORD COUNT

9439 Words

CHARACTER COUNT

48867 Characters

PAGE COUNT

109 Pages

FILE SIZE

6.8MB

SUBMISSION DATE

Nov 12, 2022 8:54 AM GMT+7

REPORT DATE

Nov 12, 2022 8:56 AM GMT+7

● 10% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

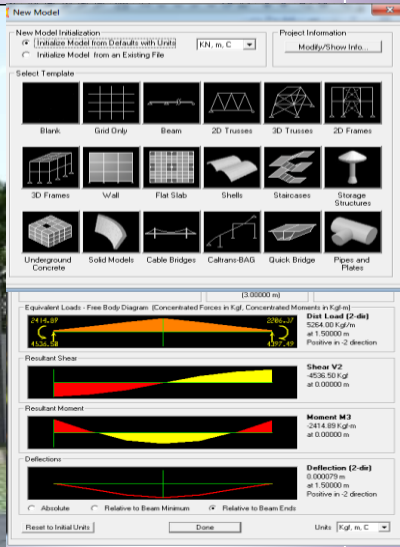
- 8% Internet database
- Crossref database
- 6% Submitted Works database
- 1% Publications database
- Crossref Posted Content database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Manually excluded sources
- Quoted material
- Small Matches (Less than 10 words)

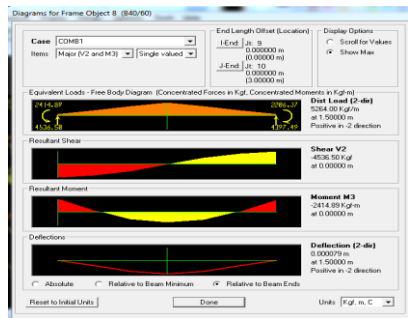
ISBN. 978-602-71148-6-9

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN DENGAN PROGRAM SAP 2000 V_r. 16



Nanang Saiful Rizal, ST., MT.

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN DENGAN PROGRAM SAP 2000 Vr. 16



Nanang Saiful Rizal, ST., MT.

PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN DENGAN PROGRAM SAP 2000 Vr. 16

Penulis :
Nanang Saiful Rizal, ST. MT.

ISBN : 978-602-71148-6-9

Editor :
Zaind

Penyunting :
Rahmat

3
Desain sampul dan tata letak :
Rahmat

Penerbit:
LPPM Unmuh Jember

Redaksi :
Jl. Karimata 49 Jember
Telp. (0331) 336728
Fax. (0331) 337957
email : lppm@unmuhjember.ac.id

Distributor Tunggal :
LPPM Unmuh Jember
Jl. Karimata 49 Jember
Telp. (0331) 336728
Fax. (0331) 337957
email : lppm@unmuhjember.ac.id

Cetakan Kedua, Mei 2020

Hak cipta dilindung undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji dan sanjungan hanya bagi Allah semata, yang telah melimpahkan semua Karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan buku **Perencanaan Struktur Bangunan dengan SAP 2000 Vr. 16**. Penulisan buku ini berangkat dari pengalaman penulis selama mengajar siswa SMK dan mahasiswa yang mengalami kendala dalam memahami perkuliahan dan penyelesaian tugas yang terkait dengan perhitungan struktur bangunan.

Buku ini tersusun dalam enam bab dan langsung diberikan contoh-contoh soal penyelesaian dalam perencanaan struktur bangunan. Contoh-contoh penyelesaian ini dikumpulkan oleh penulis berdasarkan pengalaman penulis selama ini dalam proses belajar mengajar, membimbing tugas mahasiswa dan aktivitasnya penulis sebagai praktisi di dunia jasa konsultan teknik dan konstruksi bangunan khususnya bangunan gedung.

Selanjutnya kami menyadari bahwa dalam penulisan buku ini masih terdapat banyak kekurangan, selanjutnya masukan dan kritik yang membangun senantiasa kami nantikan. Akhirnya semoga buku ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2020

Nanang Saiful Rizal, ST., MT.

DAFTAR ISI

	Hal.
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PERENCANAAN KUDA-KUDA	
1.1. Data-data Perencanaan	1
1.2. Pembebanan	2
1.3. Input Data Material	3
1.4. Input Pembebanan	9
1.5. Analisis Struktur	13
BAB II PERENCANAAN BAJA RINGAN	
2.1. Data-data Perencanaan	19
2.2. Jenis Pembebanan.....	20
2.3. Input Data material	21
2.4. Input Pembebanan	28
2.5. Analisis Struktur	30
BAB III PERENCANAAN PORTAL	
3.1. Data-data Perencanaan	34
3.2. Penentuan Jenis Material & Pembebanan	35
3.3. Input Data Material & Penampang Frame.....	37
3.4. Input Data Pembebanan	50
3.5. Analisis Struktur	55
BAB IV PERENCANAAN PLAT	
4.1. Data-data Perencanaan	68
4.2. Penggambaran Plat	69
4.3. Analisis Struktur Plat.....	75
BAB V PERENCANAAN PONDASI	
5.1. Data-data Perencanaan	80
5.2. Hasil Analisis.....	80
5.3. Penulangan Pondasi	82
BAB VI PERENCANAAN TANGGA	
6.1. Data-data Perencanaan	84

6.2.	Input Data Material dan Dimensi Tangga	85
6.3.	Input Data Pembebanan	92
6.4.	Analisis Struktur Tangga	95
DAFTAR PUSTAKA		102

Bab 1

Perencanaan Kuda-kuda

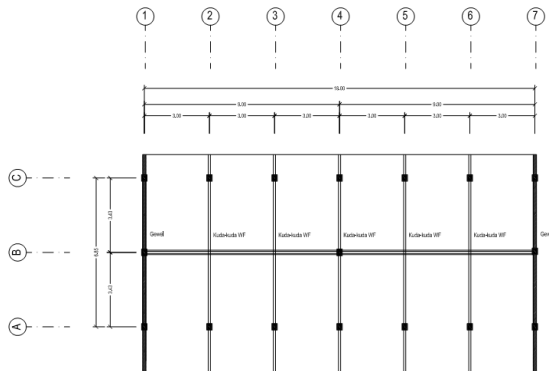
1.1. Data-data Perencanaan

Pada perencanaan struktur bangunan gedung 2 lantai, secara umum terdiri dari perencanaan atap, portal, plat dan pondasi. Dalam perencanaan atap, dapat dibuat konstruksi dari baja WF dan galvalum atau baja ringan. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan konstruksi baja sebagai berikut :

- Profil rencana : WF.200.100. 5,5.
- Mutu Baja : fy 400
- Peruntukan : Gedung sekolah



Gambar 1.1. Tampak depan rencana gedung



Gambar 1.2. Denah penempatan kuda-kuda

1.2. Jenis Pembebanan

17 Beban yang terjadi pada struktur atap terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban angin. Beban mati terdiri dari beban sendiri konstruksi baja dan beban mati tambahan dari genteng dan beban gording, sedangkan beban hidup berupa beban orang yang naik ke atap untuk kegiatan operasional maupun perbaikan atap. Nilai 27 beban hidup sesuai dengan PPIUG (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung) tahun 1983. Adapun perhitungan pembebanan yang terjadi pada atap sebagai berikut :

a). Beban mati tambahan (D)

Beban genteng : 50 kg/m^2 sesuai dengan PPIUG Tahun 1983

Beban gording : 20 kg/m

b). Beban hidup (L)

Beban hidup ditentukan 100 kg/m^2 sesuai dengan PPIUG tahun 1983

c). Beban angin (W)

Tekanan angin : 40 kg/m^2 (PPIUG tahun 1983)

$$21 : 0.02 \times \alpha - 0.4 = c$$

$$: 0.02 \times 36^\circ - 0.4 = 0.36$$

14 Angin tekan

$$: c \times w$$

$$: 0.36 \times 40 \text{ kg/m}^2$$

$$: 14.4 \text{ kg/m}^2$$

Angin hisap : $- 0.4 \times w$

$$: - 0.4 \times 40 \text{ kg/m}^2$$

$$: -16 \text{ kg/m}^2$$

1.3. Input Data Material

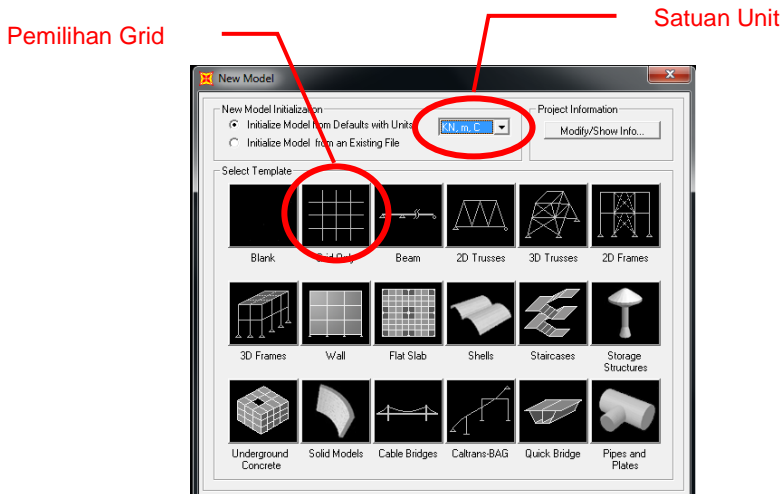
Setelah dilakukan penentuan mutu material baja dan rencana penempatan kuda-kuda dan beban-beban yang terjadi, maka data-data tersebut di input dalam SAP 2000 Vr.16. Adapun tahapan dalam menginput data-data pada program SAP 2000 Vr.16 sebagai berikut :

1. Gambar grid

2. Buka SAP2000 Vr.16

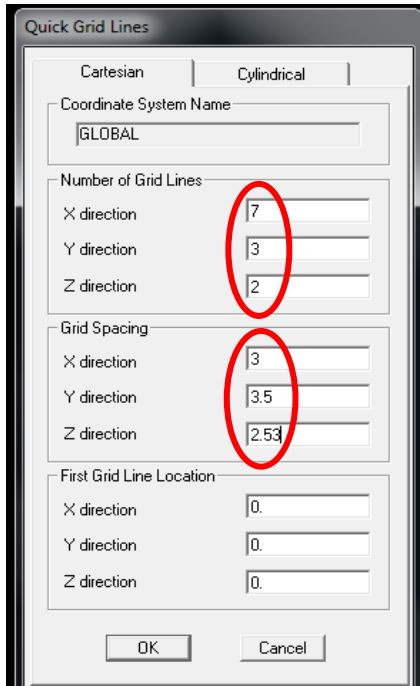
Pilih menu *File > New Model*

Ubah satuan unitnya menjadi *KN,m,C* setelah itu pilih *Grid Only* untuk menggambar grid.

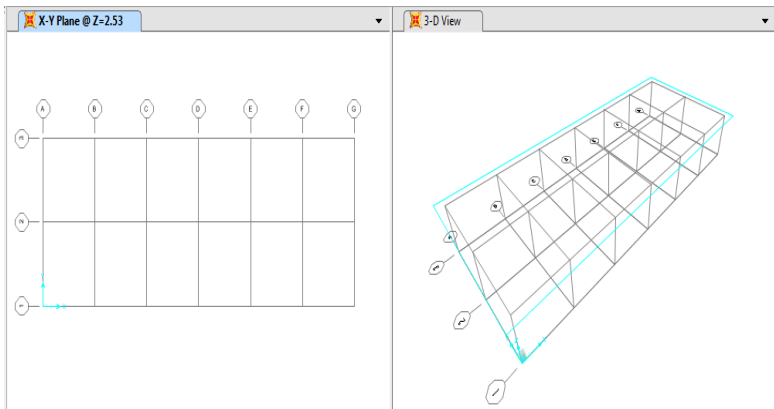


Gambar 1.3. Pemilihan model-model struktur

2. Masukkan variabel pada X, Y, Z sesuai dengan gambar tersebut. *Number of Grid Lines* merupakan parameter untuk jumlah grid pada bidang X, Y, Z. *Grid Spacing* merupakan parameter jarak antar grid pada bidang X, Y, Z. *First Line Locations* merupakan titik awal penentuan grid. Jika selesai pilih *OK*.



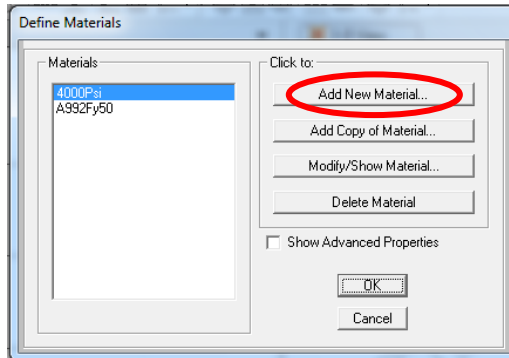
Gambar 1.4. Penentuan koordinat kuda-kuda



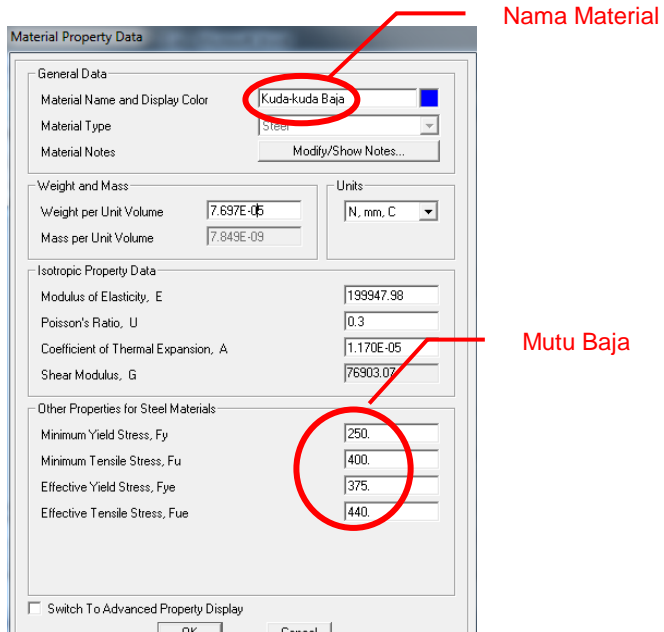
Gambar. 1.5 Tampilan 2D dan 3D grid kuda-kuda

3. Input data material

Pilih menu *Define > Materials > Add New Material*. Kemudian satuan unitnya diganti *N, mm, C*.



Gambar 1.5. Pembuatan material baru kuda-kuda



Gambar 1.6. Penentuan *properties materials*

Ubah beberapa parameter sesuai dengan data-data material sebagai berikut :

Nama material : *Steel* – Kuda-kuda Baja

Fy : 250 Mpa

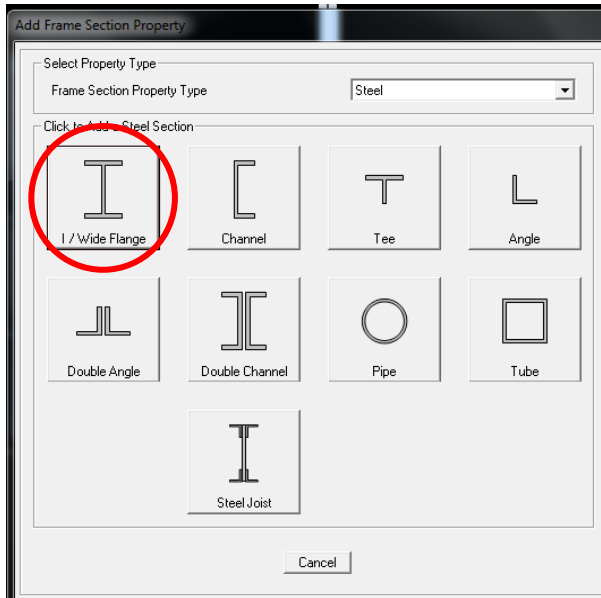
Fu : 400 Mpa

Jika selesai pilih OK

4. Input profil kuda-kuda

Pilih menu *Define > Sections Properties > Frame Sections*.

Add New Property. Selanjutnya dipilih profil *I / Wide Flange*



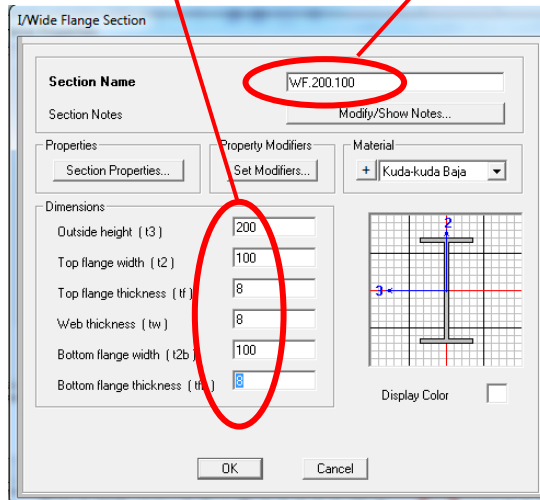
Gambar 1.7. Pemilihan profil kuda-kuda

Dicoba profil WF 200.150, kemudian diisi data ukuran profil WF 200.100 dengan rincian sebagai berikut :

- H (t3) : 200 mm
- B (t2), (t2b) : 150 mm
- t1 (tw) : 10 mm
- t2 (tf), (tfb) : 10 mm
- Material : Kuda-kuda Baja

Penampang profil

Nama Profil




Gambar 1.8. Memasukkan ukuran profil kuda-kuda

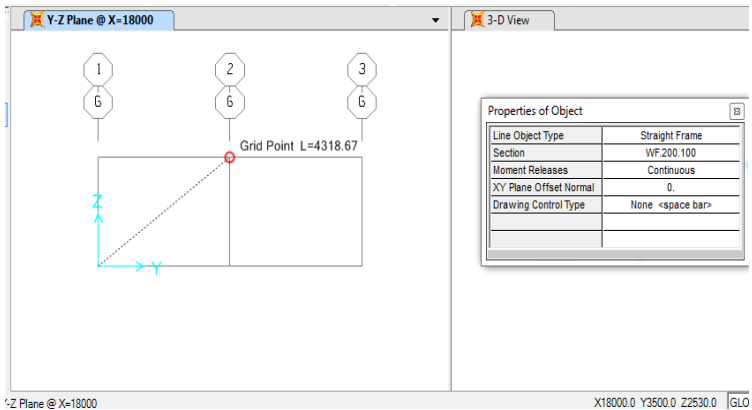
Setelah itu klik *OK*.

5. Gambarkan profil WF.200.100 ke dalam grid kuda-kuda. Dalam penggambaran profil kuda-kuda sesuai dengan gambar rencana. Untuk mempermudah menggambar kuda-kuda, klik *yz view* pada tampilan toolbar.



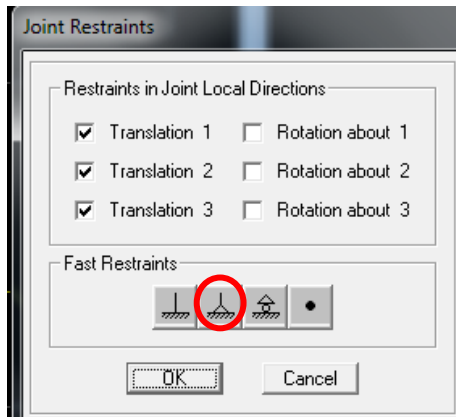
Gambar 1.9. Tampilan toolbar *view*

6. Klik *draw frame / cable element*  pada toolbar. Proses penggambaran kuda-kuda dengan profil WF 200.100 seperti yang disajikan pada gambar 1.10.



Gambar 1.10. Proses penggambaran kuda-kuda dalam grid

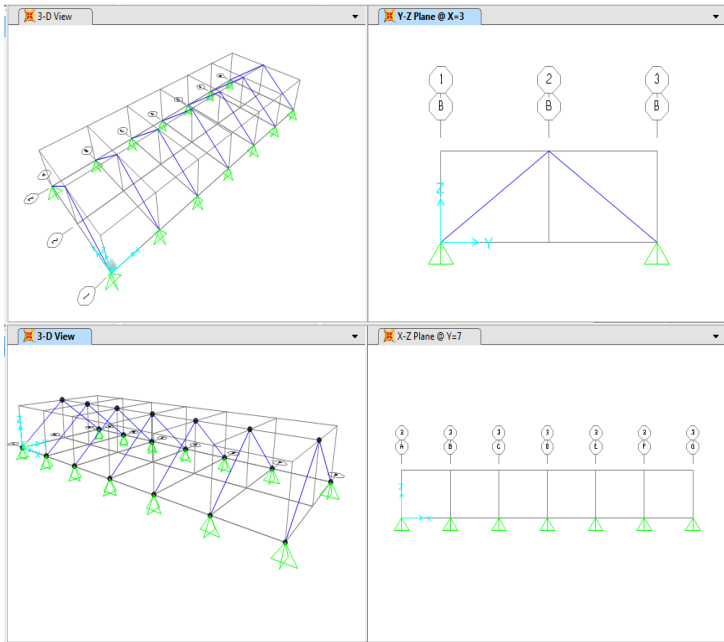
7. Tumpuan pada kuda-kuda berupa sendi. Cara memasang tumpuan yaitu dengan tekan klik bagian tumpuan kuda-kuda. Pilih *Assign > Joint > Restraints*, pilih opsi sendi seperti yang disajikan pada gambar 1.11.



Gambar 1.11. Pemilihan tumpuan pada kuda-kuda

Kemudian klik *OK*.

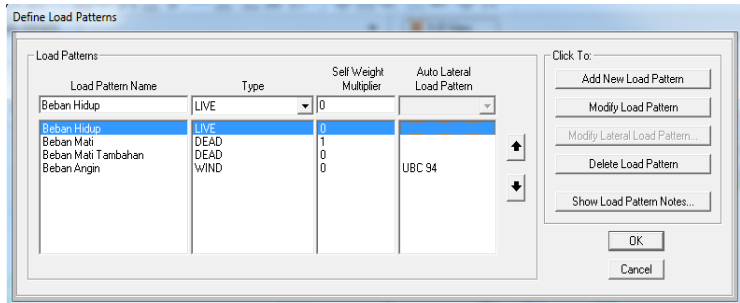
Lakukan hal yang sama pada semua kuda-kuda sehingga diperoleh gambar kuda-kuda seperti pada gambar 1.12.



Gambar 1.12. Tampilan 2D dan 3D kuda-kuda dan tumpuan

1.4. Input Pembebanan

1. Pilih *Define > Load Pattern*, setelah itu ditentukan jenis-jenis beban ke dalam opsi sebagai berikut :
 - a. Beban mati (D), berupa beban profil itu sendiri. *Type : Dead*, diisi angka 1 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - b. Beban mati tambahan (D), berupa beban gording dan genteng (termasuk usuk dan reng atap). *Type : Dead*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - c. Beban hidup (L), berupa beban kerja sesuai dengan pada parameter beban di atas. *Type : Live*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - d. Beban angin (W), berupa beban angin sesuai dengan pada parameter beban di atas. *Type : Wind*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.

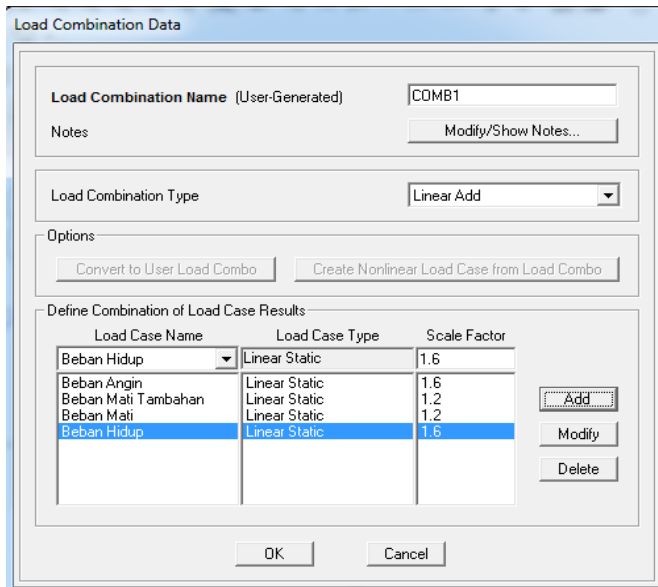


Gambar. 1.13. Penentuan jenis dan tipe pembebanan

2. Pilih *Define > Load Combinations*, masukkan jenis-jenis beban ke dalam opsi sebagai berikut :
 - a. Pilih *Add New Combo*, sehingga tampil kotak dialog seperti gambar 1.15.
 - b. Susun kombinasi pembebanan dengan anggapan sebagai berikut :

29

$$= 1,2.Beban\ mati\ (D) \times 1,2.Beban\ mati\ tambahan\ (D) \times 1,6.Beban\ hidup\ (L) \times 1,6.Beban\ angin\ (W)$$
 - c. Pada bagian *Load Combinations Name* ketik COMB1.
 - d. Setelah semua beban dikalikan faktor skala kemudian klik *OK*, sehingga tampil kotak dialog *Define Load Combinations*.
 - e. Kemudian klik *OK*.



Gambar. 1.14. Penentuan kombinasi pembebanan

3. Memasukkan nilai-nilai beban pada kuda-kuda yang ditransfer melalui gording sebagai beban terpusat.

a. Beban mati tambahan

$$\text{Beban genteng} : 50 \text{ kg/m}^2$$

$$= (P \times L \times B. \text{ genteng}) / \text{Jumlah gording}$$

$$= (4.32 \times 3 \times 50) / 4 = 162 \text{ kg}$$

$$\text{Beban gording} : 20 \text{ kg/m}$$

$$= \text{Panjang gording} \times B. \text{ gording}$$

$$= 3 \times 20 = 60 \text{ kg}$$

$$\text{Total beban mati tambahan} : 162 \text{ kg} + 60 \text{ kg} = 222 \text{ kg}$$

b. Beban hidup

$$\text{Beban hidup} : 100 \text{ kg/m}^2$$

$$= (P \times L \times B. \text{ hidup}) / \text{Jumlah gording}$$

$$= (4.32 \times 3 \times 100) / 4 = 324 \text{ kg}$$

c. Beban angin

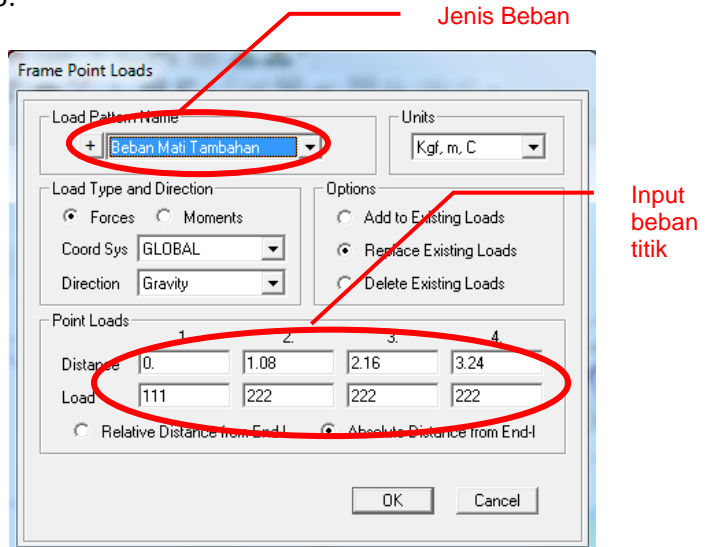
$$\text{Angin tekan} = (P \times L \times B. \text{ angin}) / \text{Jumlah gording}$$

$$= (4.32 \times 3 \times 14,4) / 4 = 46,66 \text{ kg}$$

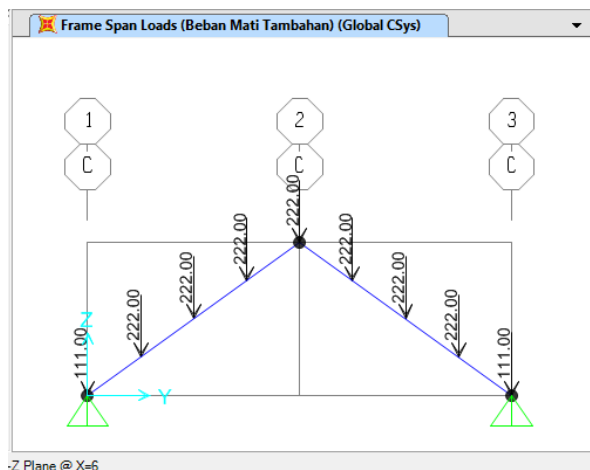
$$\text{Angin hisap} = (P \times L \times B. \text{ angin}) / \text{Jumlah gording}$$

$$= (4.32 \times 3 \times 16,0) / 4 = 51,84 \text{ kg}$$

- Masukkan distribusi beban pada *Assign > Frame Load > Point Load*. Dilakukan perubahan unit satuan menjadi Kgf,m,C kemudian masukkan jenis beban, selanjutnya pada *point load* masukkan jarak dan nilai beban seperti dalam gambar 1.15.

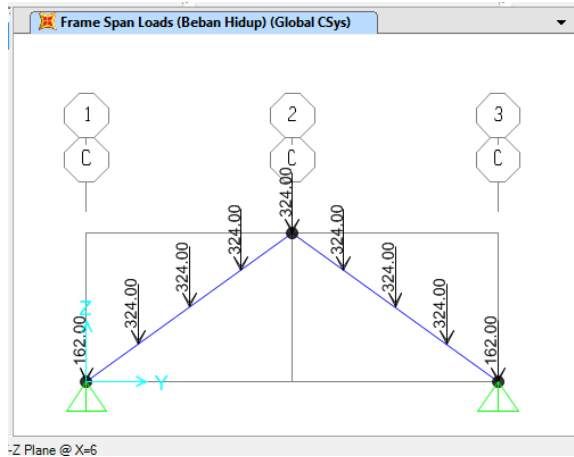


Gambar 1.15. Distribusi beban mati tambahan



Gambar 1.16. Ploting beban mati tambahan

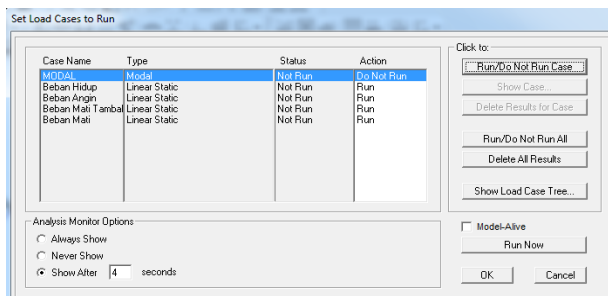
- Untuk beban hidup dimasukkan dengan langkah-langkah seperti pada beban mati tambahan, sedangkan beban angin tekan dan hisap dimasukkan dengan posisi menekan dan menjauhi kuda-kuda secara horisontal ke sumbu Y. Adapun hasil plotting beban hidup disajikan pada gambar 1.17.



Gambar 1.17. Ploting beban hidup pada kuda-kuda

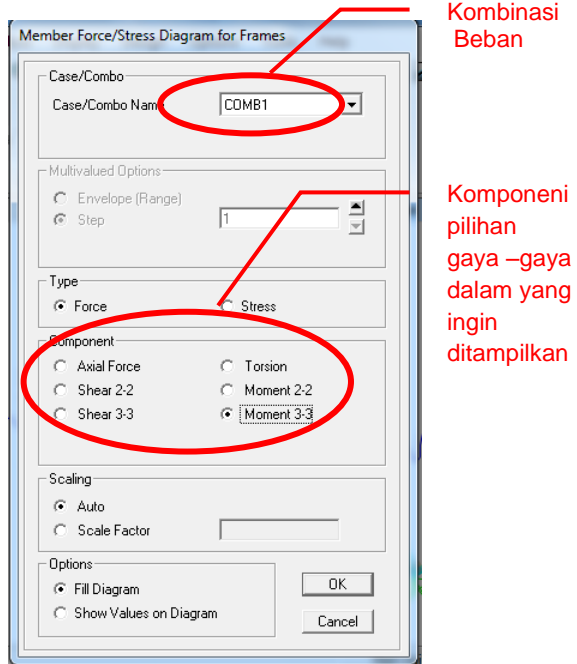
1.5. Analisis Struktur

- Pilih *Analyze > Set Analysis Option > Space Frame*, kemudian klik OK. Selanjutnya pilih lagi *Analyze > Run Analysis*, kemudian cursor diletakkan pada *MODAL*, kemudian *MODAL* dinonaktifkan dengan klik *Do Not Run Case*. Setelah itu klik *Run Now*.

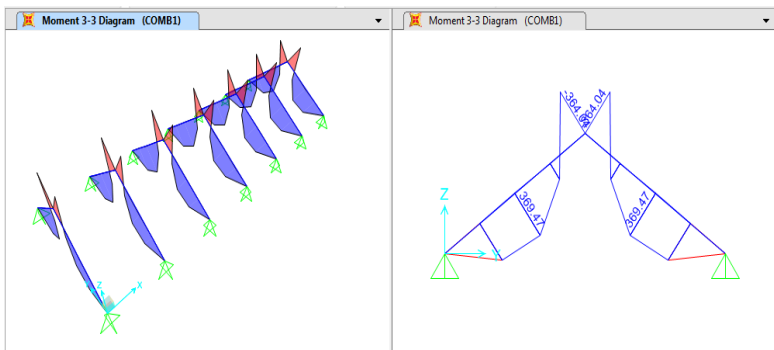


Gambar 1.18. Pengaturan running pada beberapa jenis pembebanan

- Setelah dilakukan running, maka secara otomatis nilai gaya-gaya dalam (momen, gaya geser, gaya aksial dan torsi) telah diketahui. Untuk mengetahui nilai gaya-gaya dalam, caranya pilih *Display > Show Forces/Stresses > Frames/Cables/Tendons*

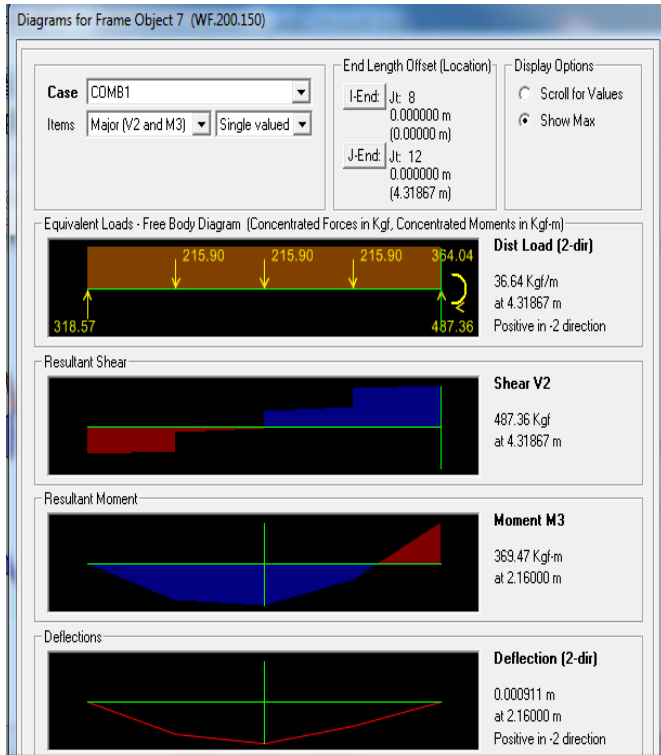


Gambar 1.19. Menu untuk menampilkan gaya-gaya dalam



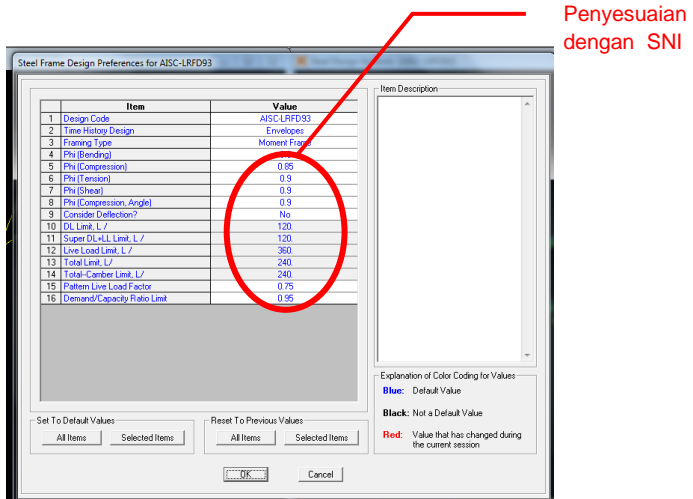
Gambar. 1.20. Momen 3-3 pada kuda-kuda 2D dan 3D

3. Untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang bekerja pada setiap titik frame dan gaya-gaya dalam maksimum, pilih frame yang ditinjau lalu klik kanan sehingga tampil kotak dialog seperti pada gambar 1.21.



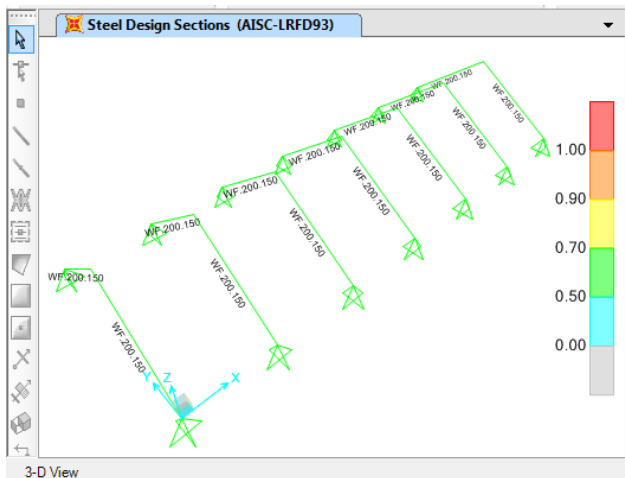
Gambar 1.21. Gaya-gaya dalam pada kuda-kuda

4. Untuk melakukan analisis kekuatan struktur pada kuda-kuda pilih *Design > Steel Frame Design > View/Revise Preferences*. Untuk menyesuaikan dengan Peraturan Baja Indonesia SNI 03-1729-2000, maka pada *View/Revise Preferences* pilih AISC-LRFD93.



Gambar. 1.22. Penetapan parameter desain baja

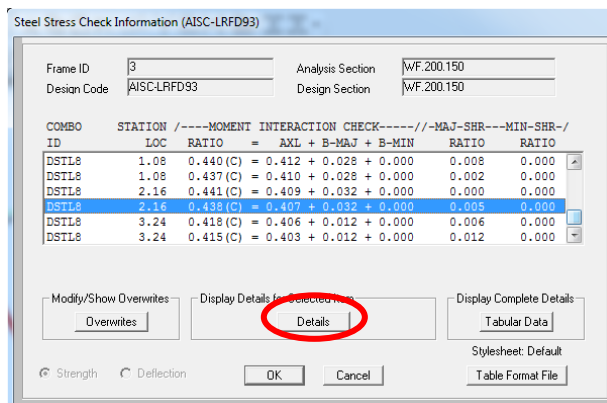
- Untuk cek rasio kapasitas penampang atau rangka kuda-kuda atap, selanjutnya pilih *Design > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure*.



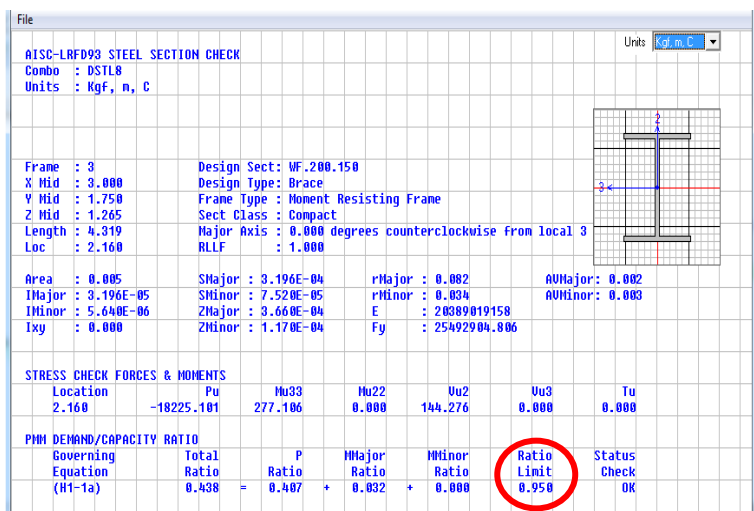
Gambar 1.23. Tampilan hasil cek rasio kapasitas

Pada gambar 1.23 merupakan hasil cek struktur dengan SAP 2000 Vr.16, nilai rasio kapasitas penampang pada frame kuda-kuda secara otomatis akan ditampilkan.

- Untuk mengetahui secara detail rasio kapasitas penampang pada setiap frame, maka klik kanan frame sehingga tampak kotak dialog seperti pada gambar 1.24. Untuk mengetahui informasi detail klik *Details*.



Gambar 1.24. Detail desain pada frame



Gambar 1.25. Detail gaya-gaya dalam pada frame

7. Jika semua frame telah memiliki rasio kapasitas penampang kurang dari 1, maka analisis struktur telah selesai. Namun jika ada frame yang nilai rasio kapasitas penampang lebih dari 1 maka dilakukan perencanaan ulang dengan memperbesar dimensi atau ukuran dari profil baja WF.

Bab 2

Perencanaan Baja Ringan

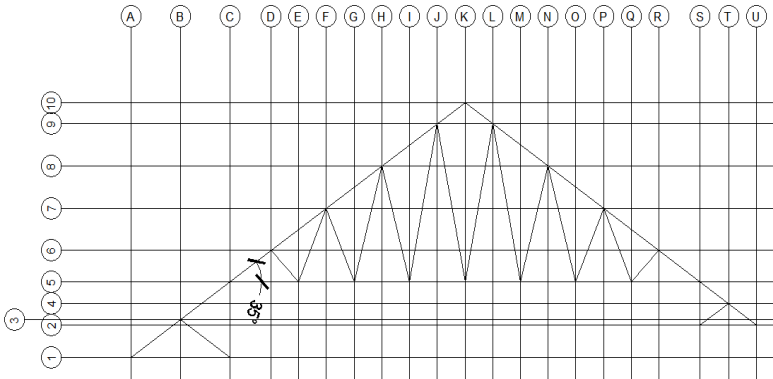
2.1. Data-data Perencanaan

Dalam melakukan perencanaan atap baja ringan pada gedung 2 lantai menggunakan data-data sebagai berikut :

- a. Mutu Baja Ringan : f_y 550 Mpa
: f_u 550 Mpa
- b. Jarak Antar Kuda-kuda : 1,2 meter
- c. Kemiringan atap : 35°



Gambar 2.1. Tampak depan bangunan



Gambar 2.2. Model rencana konstruksi baja ringan

2.2. Jenis Pembebanan

Pada atap gedung 2 lantai terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin dan beban air hujan. Dalam contoh ini, direncanakan beban mati terdiri dari beban rangka baja ringan sendiri, sedangkan beban mati tambahan berupa genteng, gording dan plafon. Adapun nilai pembebanan yang terjadi pada konstruksi baja ringan sebagai berikut :

1. Beban mati
 - Merupakan beban rangka baja ringan sendiri
2. Beban mati tambahan
 - a. Beban genteng : $10 \text{ kg / m}^2 \times 1.2$
: **12 kg/m**
 - b. Beban reng : $10.24 / \text{m}^2 \times 1.2$
: **12.3 kg/m**
 - c. Beban plafon : $11 \text{ kg / m}^2 \times 1.2$
: **13.2 kg/m**
3. Beban air hujan : $20 \text{ kg / m}^2 \times 1.2$
: **24 kg/m**
4. Beban angin : $(-0.40) \times 25 \text{ kg/m}^2$
: **10 kg/m**
5. Beban hidup/kerja : $68 \text{ kg / m}^2 \times 1.2$
: **81.6 kg/m**

2.3. Input Data Material

1. Dalam memulai penggambaran kuda kuda baja ringan dilakukan dengan menentukan gridnya terlebih dahulu. Untuk mempermudah menentukan grid dilakukan dengan membuat tabel dalam MS Excel
2. Tabel yang dibuat meliputi nama grid, koordinat dan jarak pada grid X,Y,Z seperti yang disajikan pada tabel 2.1.

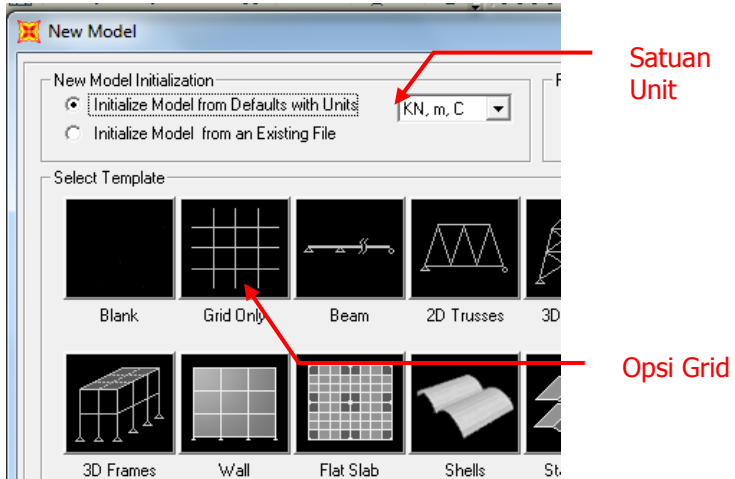
Tabel 2.1. Penentuan koordinat pada grid

Grid Y		
Nama Grid	Kordinat (k)	Jarak (j)
A	0.00	
B	0.71	0.71
C	1.42	0.71
D	2.01	0.59
E	2.41	0.40
F	2.81	0.40
G	3.21	0.40
H	3.61	0.40
I	4.01	0.40
J	4.41	0.40
K	4.81	0.40
L	5.21	0.40
M	5.61	0.40
N	6.01	0.40
O	6.41	0.40
P	6.81	0.40
Q	7.21	0.40
R	7.61	0.40
S	8.20	0.59
T	8.61	0.41
U	9.02	0.41

Grid Z		
Nama Grid	Kordinat (k)	Jarak (j)
1.00	0.00	
2.00	0.44	0.44
3.00	0.51	0.07
4.00	0.72	0.21
5.00	1.01	0.29
6.00	1.43	0.42
7.00	1.99	0.56
8.00	2.55	0.56
9.00	3.11	0.56
10.00	3.39	0.28
Grid X		
Nama Grid	Kordinat (k)	Jarak (j)
K1	0.00	
K2	1.20	1.20
K3	2.40	1.20
K4	3.60	1.20
K5	4.80	1.20
K6	6.00	1.20
K7	7.20	1.20
K8	8.40	1.20
K9	9.60	1.20
K10	10.80	1.20
K11	12.00	1.20
K12	13.20	1.20
K13	14.40	1.20
K14	15.60	1.20
K15	16.80	1.20
K16	18.00	1.20

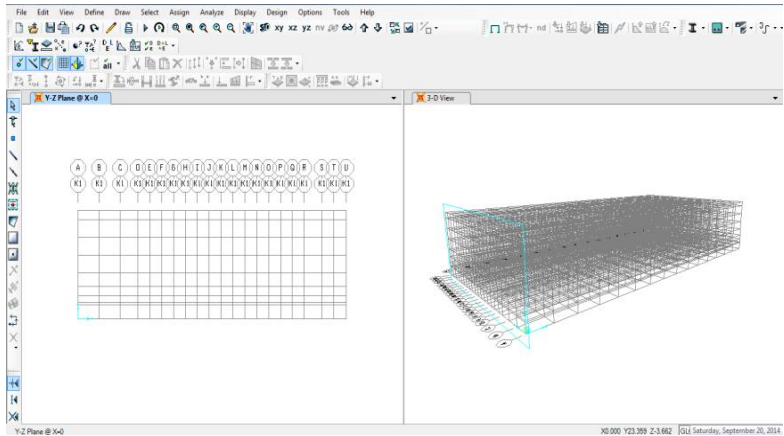
Pada rumus koordinat (k) adalah kordinat diatasnya + jarak.
Contoh untuk grid Y pada grid C = koordinat B (0.71) + jarak
(0.71) = 1.42

3. Setelah tabel dalam MS.Excel selesai dibuat, maka buka SAP.2000 Vr.16 dan unit satuan diubah menjadi KN, m, C kemudian pilih *Grid Only*.



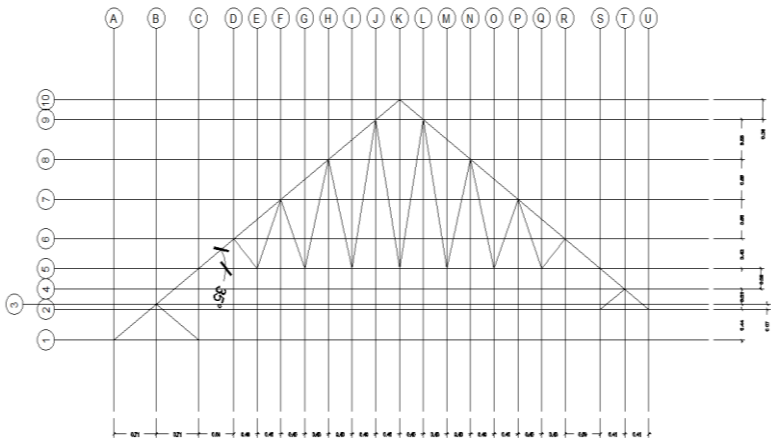
Gambar 2.3. Pemilihan model struktur yang akan dibuat

4. Pada *Quick Grid Lines* untuk parameter XYZ digunakan default dengan parameter yang sudah ada, sebab akan menggunakan *Edit grid data* untuk memasukkan tabel 2.1 ke dalam grid.
 - a. Klik kanan pada display pilih *Edit Grid Data > Modify / Show System > OK*.
 - b. Pada masing-masing grid X, Y, Z dilakukan *copy* dari MS.Excel kemudian *paste* ke dalam masing-masing grid tersebut lalu klik *OK*.



Gambar 2.4. Gambar grid X,Y,Z yang telah dibuat

Adapun tampilan frame kuda-kuda baja ringan pada Program SAP.2000 Vr.16 setelah koordinat pada tabel 2.1 dimasukkan.

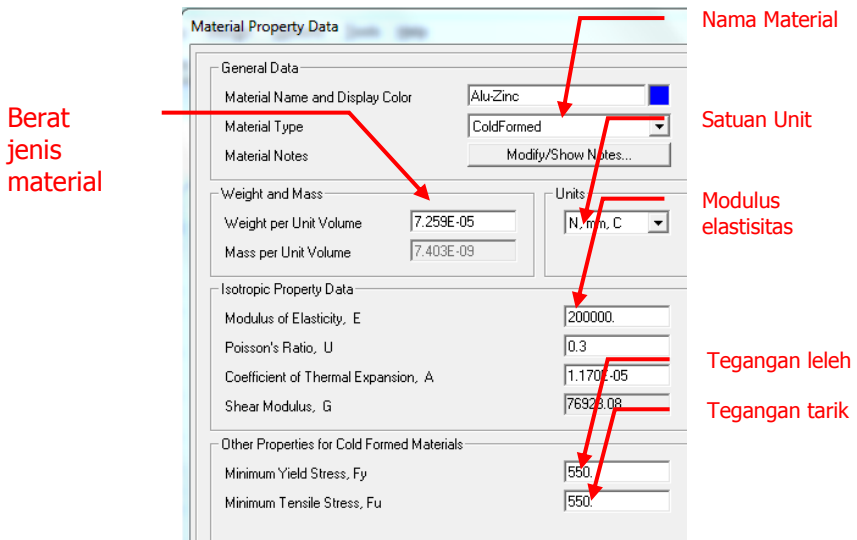


Gambar 2.5. Tampilan frame yang telah dibuat

5. Sebelum menentukan dimensi profil baja ringan terlebih dahulu ditentukan karakteristik material yang digunakan. Adapun data spesifikasi mutu material sebagai berikut :
 - a. Bahan baja ringan : Alumunium Zincalume
 - b. Berat jenis : 72.594 kN/m^3
 - c. Modulus elastisitas : 200.000 Mpa

- d. Tegangan tarik : 550 MPa
- e. Tegangan leleh : 550 Mpa

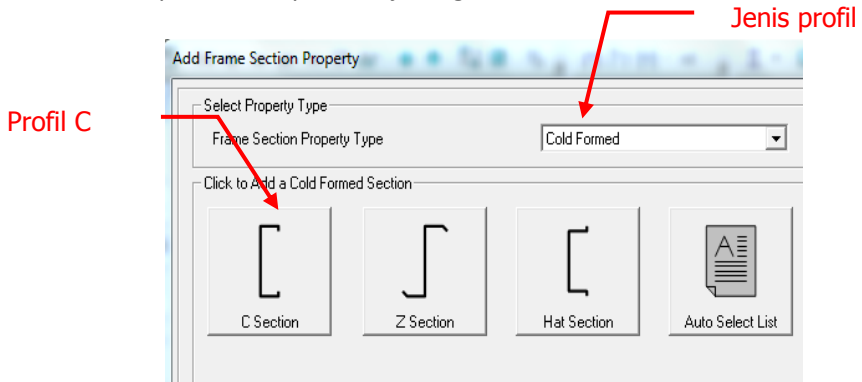
- Langkah pertama klik *Define > Materials > Add New Material > OK*
- Masukkan data spesifikasi baja ringan kedalam kotak dialog *Material Property Data* dengan uraian sebagai berikut :
 - a. *Material name and display color* : **Alu-Zinc**
 - b. *Weight per unit volume* : **72.5937** kN/m³ dengan mengubah dulu satuan unitnya kN, m, C
 - c. *Modulus Elasticity, E* : **200.000** Mpa dengan mengubah dulu satuan unitnya N, mm, C
 - d. *Minimum Yield Stress, Fy* : **550** Mpa
 - e. *Minimum Tensile Stress, Fu* : **550** Mpa
 - f. Kemudian klik *OK*



Gambar 2.6. Penentuan spesifikasi material

6. Profil baja ringan yang dipakai untuk perencanaan gedung dua lantai ini memakai profil C.75.065
 - a. Pilih *Define > Sections Properties > Frame Sections > Add New Properties* kemudian klik *OK*.

- b. Pada *Frame Sections Property Type* pilih *Cold Formed* > *C Sections*. Sebelum itu, ubah dahulu unit satuan menjadi KN, mm, C agar mempermudah dalam memasukan parameter profil baja ringan.



Gambar 2.7. Pemilihan bentuk frame baja ringan

- c. Masukan parameter dimensi profil sebagai berikut :

- *Sections name* : C75.065
- *Outside height* : 75
- *Outside width* : 40
- *Thicknees* : 0.65
- *Radius* : 1.5
- *Lip depth* : 10

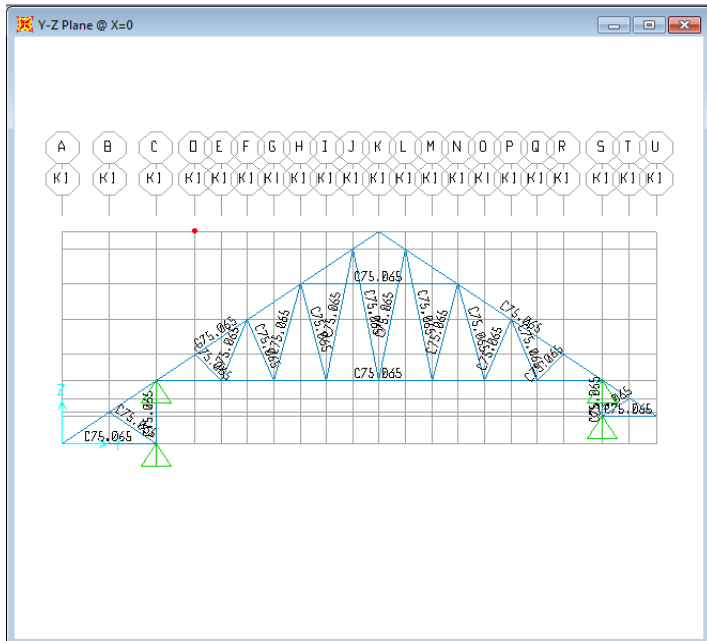
Lalu klik *OK*.

7. Menggambar rangka baja ringan pada grid dengan tahapan sebagai berikut :


- a. Pilih *draw frame / cable element* pada toolbar sebelah kiri

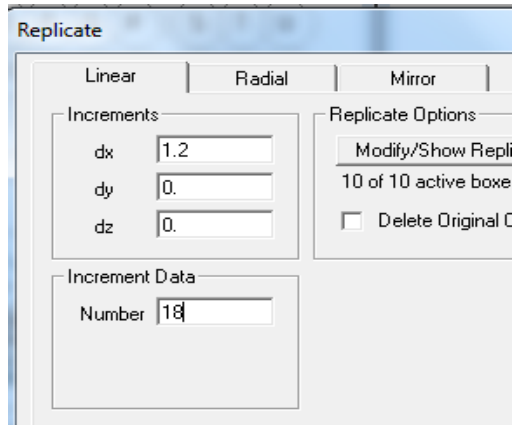
windows SAP2000 

- b. Pada *properties of object*, opsi *sections* gunakan profil C75.065
- c. Setelah itu dilakukan penggambaran rangka baja ringan. Adapun gambar rangka baja ringan yang telah dibuat pada grid dengan SAP2000 Vr.16 disajikan pada gambar 2.8.

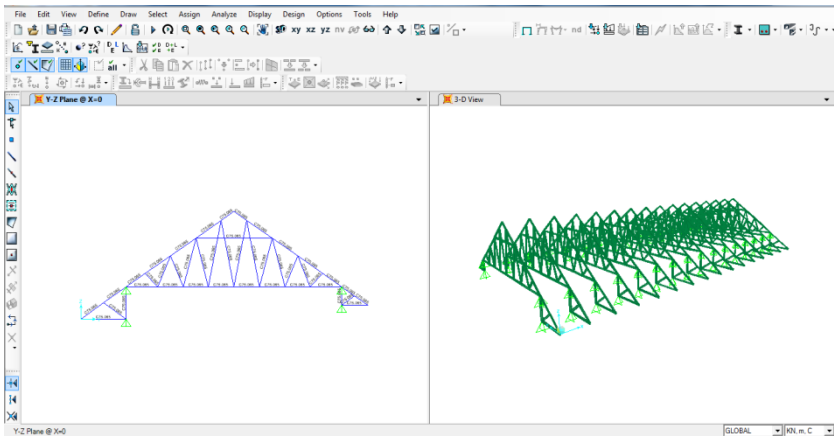


Gambar 2.8. Pemilihan bentuk frame baja ringan

- d. Tumpuan pada kuda-kuda direncanakan berupa sendi. Klik titik tumpuan lalu Pilih menu *Assign > Joint > Restraints*
- e. Saat muncul kotak dialog seperti pada gambar 2.9, klik simbol sendi  lalu klik *OK*.
- f. Jumlah frame pada kuda-kuda baja ringan ada 18 buah, maka untuk menggambar frame yang lainnya pilih *Crtl+A* pilih menu *Edit > Replicate*
- g. Pada opsi *dx* dimasukkan nilai 1.2 yang berarti jarak antar kuda-kuda.
- h. Pada *Number* masukkan nilai 18 yang berarti jumlah kuda-kuda
- i. Klik *OK*.
Hasil replikasi frame kuda-kuda baja ringan pada semua grid disajikan pada gambar 2.10.



Gambar 2.9. Kotak dialog replikasi frame



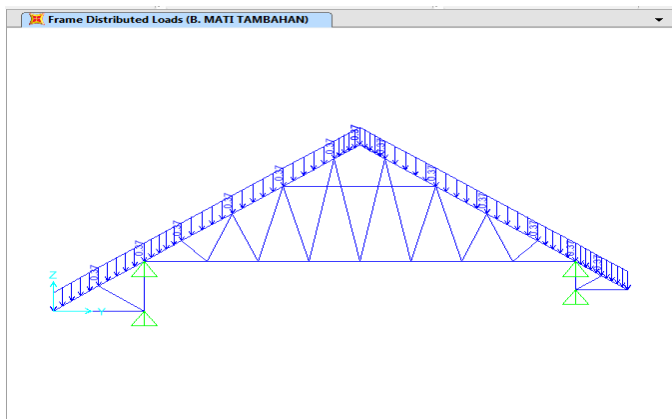
Gambar 2.10. Hasil replikasi frame baja ringan pada semua grid

2.4. Input Pembebanan

Untuk memasukkan beban yang terjadi pada rangka atap baja ringan sesuai dengan nilai beban yang telah dihitung pada sub bab sebelumnya dan caranya hampir sama dengan input pembebanan pada kuda-kuda dengan profil baja WF. Adapun rincian langkah-langkah input pembebanan sebagai berikut :

1. Pilih *Define > Load Patterns*
2. Masukkan beban yang terjadi pada rangka baja ringan :

- a. Beban mati (D), berupa beban profil itu sendiri. *Type* : *Dead*, diisi angka 1 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - b. Beban mati tambahan (D), berupa beban gording genteng, usuk dan reng atap. *Type* : *Dead*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - c. Beban Kerja (L), berupa beban kerja sesuai dengan pada parameter beban di atas. *Type* : *Live*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
 - d. Beban Angin (W), berupa beban angin sesuai dengan pada parameter beban di atas. *Type* : *Wind*, diisi angka 0 pada *Self Weight Multiplier* kemudian klik *Add New Load Pattern*.
3. Untuk memasukan beban yang terjadi sesuai dengan data di atas, pilih batang yang akan diberi beban lalu pilih menu *Assign > Frame Load > Distributed*
 4. Pada *Load Pattern Name* pilih **beban mati tambahan**.
 5. Pada *Uniform Load* dimasukkan nilai beban mati tambahan sebesar 61.5 kg/m^2 .
 6. Tampilan beban mati tambahan pada rangka baja ringan disajikan pada gambar 2.11. Untuk memasukan nilai beban lainnya menggunakan cara seperti yang diuraikan diatas.

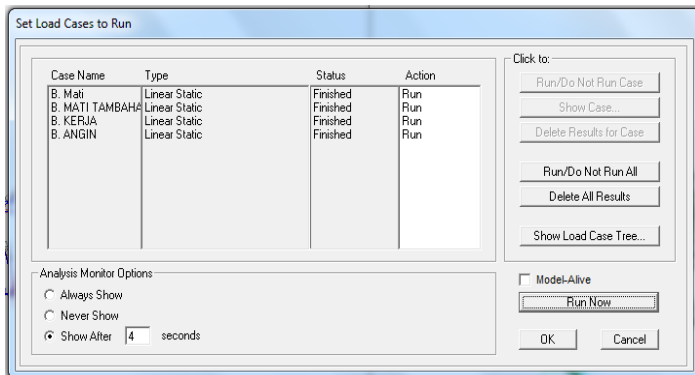


Gambar 2.8. Tampilan hasil distribusi beban tambahan

2.5. Analisis Struktur

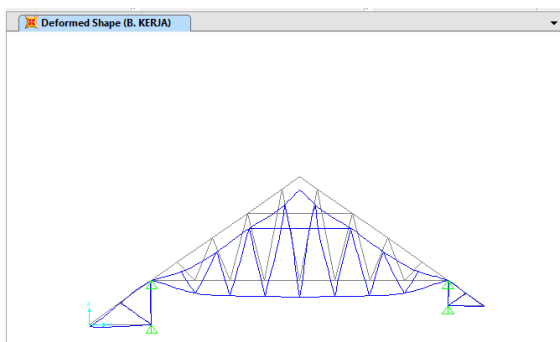
Setelah semua nilai beban telah dimasukkan, maka dapat dilakukan analisis. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis struktur baja ringan adalah :

1. Pilih menu *Analyze > Run Analyze*
2. Pada menu *Set Load Cases to run* pastikan kolom *Action* telah *Run* semua
3. Klik *Run Now*




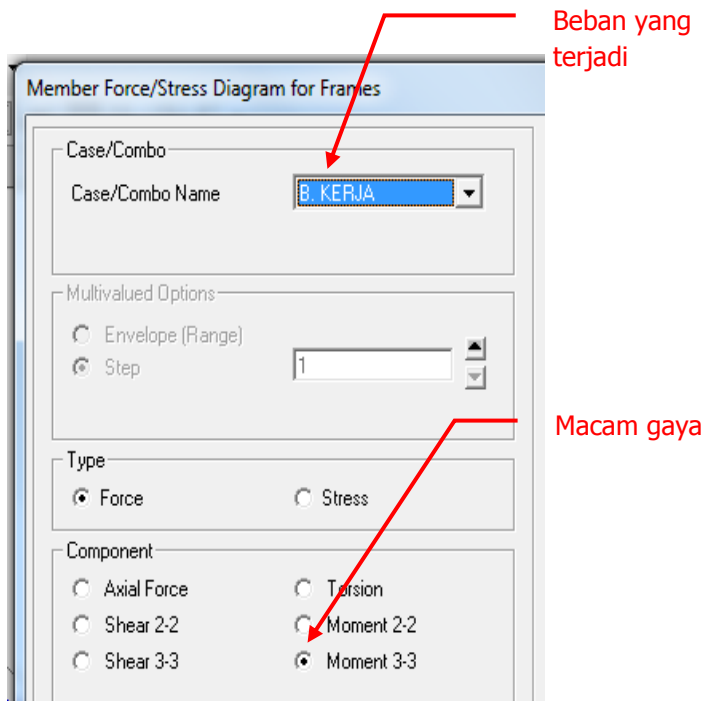
Gambar 2.9. Tampilan proses *run* rangka baja ringan

4. Setelah proses running berjalan maka Program SAP2000 Vr.14 memberikan tampilan rangka yang mengalami deformasi akibat beban-beban yang bekerja.




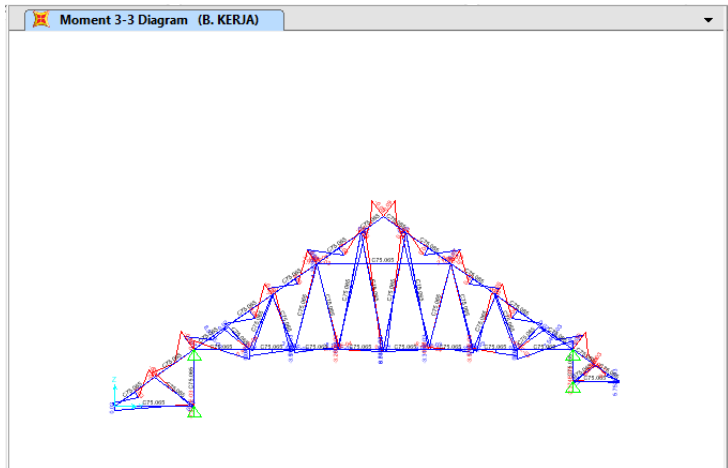
Gambar 2.10. Tampilan rangka yang terdeformasi

5. Untuk mengetahui gaya-gaya dalam seperti momen, gaya geser, dan gaya aksial, pilih *Display > Show Forces / Stresses*  *> Frame / Cable / Tendons*.
6. Pada tampilan *Member Force / Stress Diagram For Frame*, untuk mengetahui gaya yang terjadi pada masing-masing beban pilih *Case/Combo Name*
7. Pada opsi *Component* adalah pilihan macam-macam gaya yang terjadi, pilih *Moment 3-3* > klik *OK*.



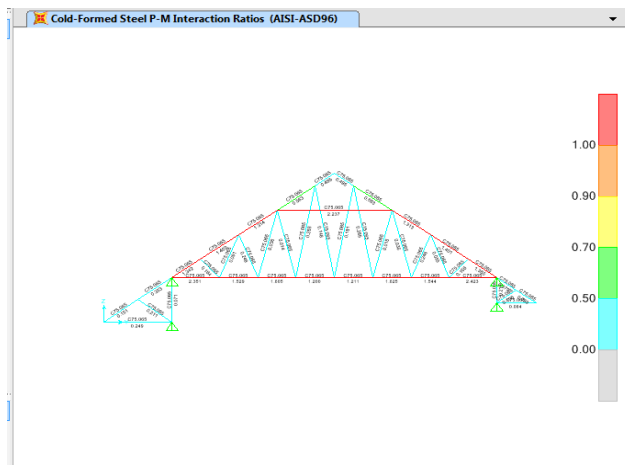
Gambar 2.11. Kotak dialog untuk menampilkan diagram Momen 3-3

8. Untuk mengetahui rasio kapasitas penampang klik  *Start Cold Formed* pada toolbar. Hasil analisis strukturnya disajikan pada gambar 2.13.



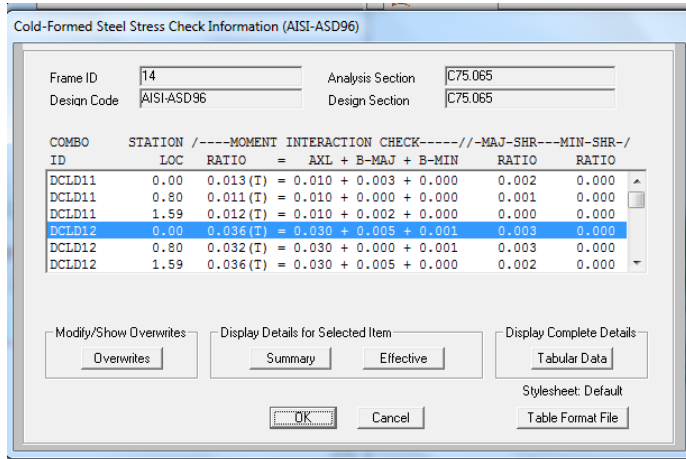
Gambar 2.12. Tampilan diagram momen 3-3

9. Dari gambar 2.13, terlihat bahwa beberapa rangka memiliki warna merah yang berarti rasio kapasitas penampangnya lebih dari satu, yang berarti penampang tidak memenuhi persyaratan yang diijinkan oleh peraturan untuk struktur baja ringan.
10. Agar rasio kapasitas penampangnya kurang dari satu, maka perlu dilakukan dengan memperbesar dimensi profil atau mengubah bentuk konstruksi rangka baja ringan tersebut.



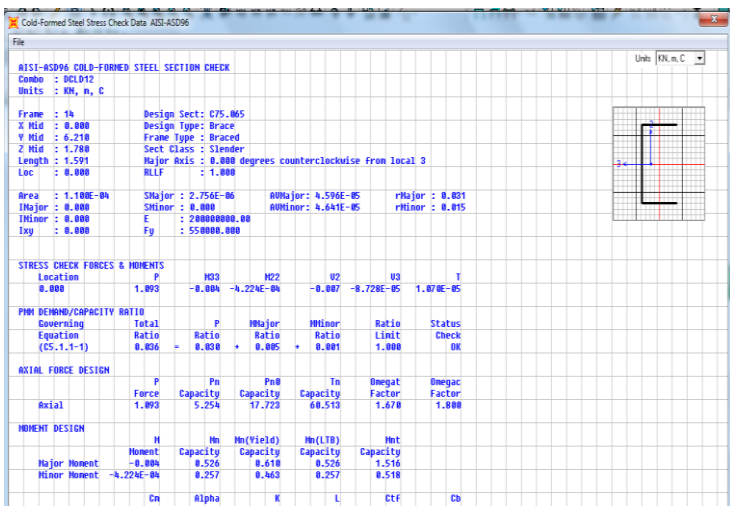
Gambar 2.13. Tampilan rasio kapasitas pada frame

- Untuk mengetahui lebih detail rasio kapasitas dari masing masing frame kuda-kuda baja ringan, klik frame yang dipilih kemudian klik kanan.



Gambar 2.14. Tampilan informasi detail nilai tegangan pada frame

- Dari tampilan pada gambar 2.24, klik *Summary* dapat diketahui lebih detail hasil desain frame.



Gambar 2.15. Tampilan detail gaya-gaya dalam pada frame

Bab 3

Perencanaan Portal

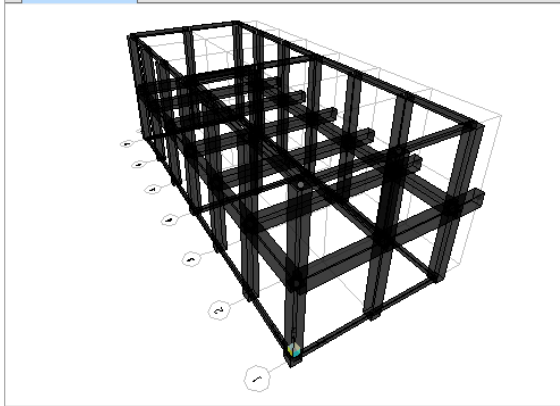
3.1. Data-data Perencanaan

Pada perencanaan portal gedung 2 lantai, terdiri dari beberapa elemen struktur diantaranya : sloof, kolom, balok dan ring balok. Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan struktur portal gedung adalah :

Mutu Beton : K-250
Mutu Baja : fy 400
Fungsi gedung : ruang sekolah



Gambar. 3.1. Tampak depan gedung



Gambar 3.2. Tampilan struktur portal 3D

Dimensi elemen struktur portal untuk perencanaan gedung 2 lantai disajikan pada tabel 3.1.

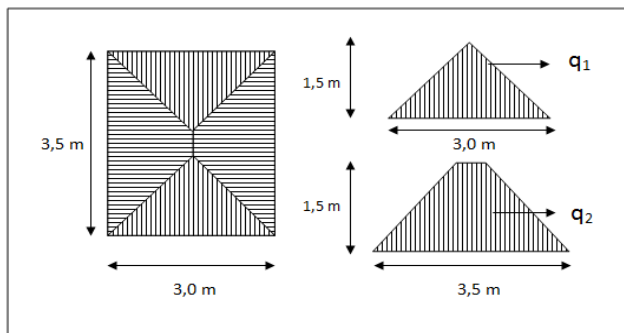
Tabel 3.1. Dimensi balok, sloof, kolom dan ring balok

No	Jenis	Dimensi		Kode
		Lebar (B)	Tinggi (H)	
1	Balok 40 x 60	40 cm	60 cm	B40/60
2	Balok 20 x 30	20 cm	30 cm	B20/30
3	Sloof 15 x 20	15 cm	20 cm	S15/20
4	Kolom 45 x 45	45 cm	45 cm	K45/45
4	Ring Balok 15 x 25	15 cm	25 cm	RB15/25

3.2. Penentuan Jenis Material dan Pembebanan

Adapun penentuan jenis material dan pembebanan pada elemen struktur portal disajikan pada Gambar 3.2, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Semua bahan dari beton bertulang dengan *property* : berat jenis = $2,403 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ modulus elastisitas (E) = 200000 kg/cm^2 , rasio poisson (U) = 0,2, koefisien ekspansi suhu (A) = $9,9 \times 10^{-6}$, modulus geser (G) = 105606,82 dan kuat tekan beton $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- b. Semua kolom ukurannya = $45 \times 45 \text{ cm}^2$, balok tepi = $40 \times 60 \text{ cm}^2$, balok tengah = $20 \times 30 \text{ cm}^2$, sloof = $15 \times 20 \text{ cm}^2$, ring balok = $15 \times 25 \text{ cm}^2$.
- c. Beban – beban pada balok dan sloof sebagai berikut :
- Beban mati disalurkan lewat balok meliputi beban plat sendiri, beban rangka plafond, meja kursi dan almari di dalam ruangan kelas ditentukan sebesar 360 kg/m^2 .
 - Beban hidup disalurkan lewat balok ditentukan sebesar 200 kg/m^2 .



Beban mati (D) :

$$q1D = 1,5 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 540 \text{ kg/m}$$

$$q2D = 1,5 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 540 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (L) :

$$q1L = 1,5 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2 = 300 \text{ kg/m}$$

$$q2L = 1,5 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2 = 300 \text{ kg/m}$$

Pada balok yang terletak di tengah plat lantai maka menerima beban mati (D) dan hidup (L) dari kanan dan kiri plat.

- Beban mati disalurkan lewat balok dan sloof berupa beban dinding batu bata dan plesteran dinding ditentukan sebesar 300 kg/m^2 .

Beban mati (D) :

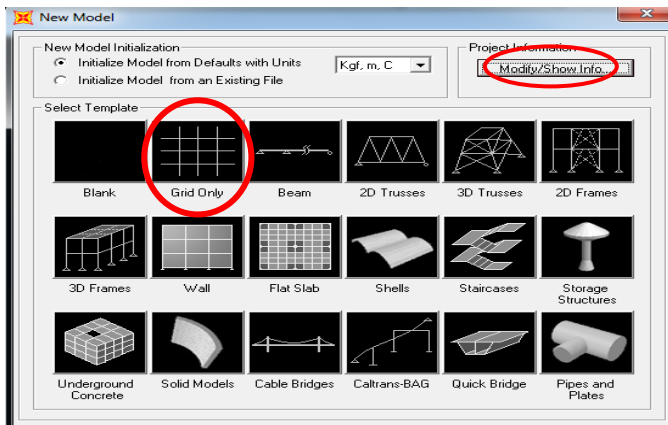
$$\begin{aligned} q_D &= 300 \text{ kg/m}^2 \times \text{tinggi dinding} \\ &= 300 \text{ kg/m}^2 \times 3,5 \text{ m} \\ &= 1.050 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- d. Beban pada kolom berupa beban titik yang terletak pada ujung atas kolom. Beban tersebut berasal dari beban yang terjadi struktur kuda-kuda.
- e. Kombinasi pembebanan ditentukan : 1,2 D + 1,6 L

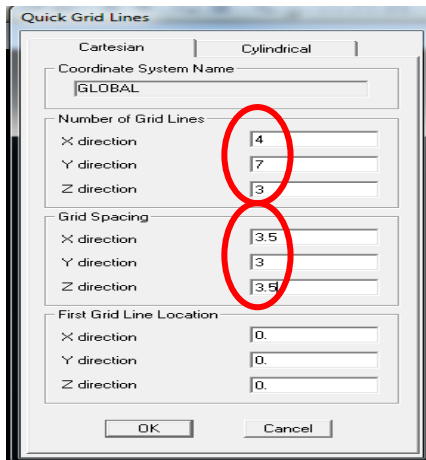
3.3. Input Data Material dan Penampang Frame

1. Pilih menu *File > New Model*

Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *New Model* seperti Gambar 3.3. Pada kotak dialog *New Model*, unit satuan dirubah kgf, m, C kemudian pilih *Grid Only*.

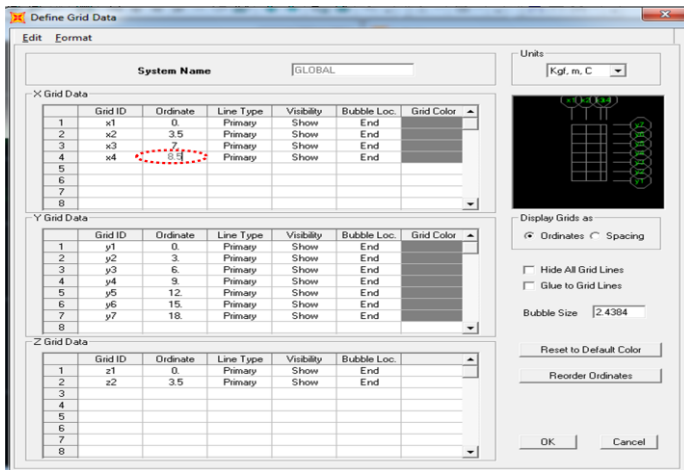


Gambar 3.3. Pilihan model pada template



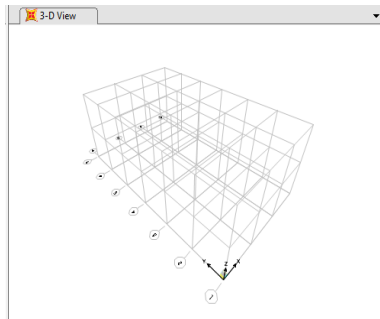
Gambar 3.4. Pengisian koordinat frame

2. Masukkan variabel pada X, Y, Z sesuai dengan gambar tersebut. *Number of Grid Lines* merupakan parameter untuk jumlah grid pada bidang X, Y, Z. *Grid Spacing* merupakan parameter jarak antar grid pada bidang X, Y, Z. *First Line Locations* titik awal penentuannya grid. Jika selesai pilih OK.
3. Klik dua kali garis arah X pada toolbar untuk merubah jarak antar grid, kemudian ordinat x4 dirubah dari 10.5 menjadi 8.5



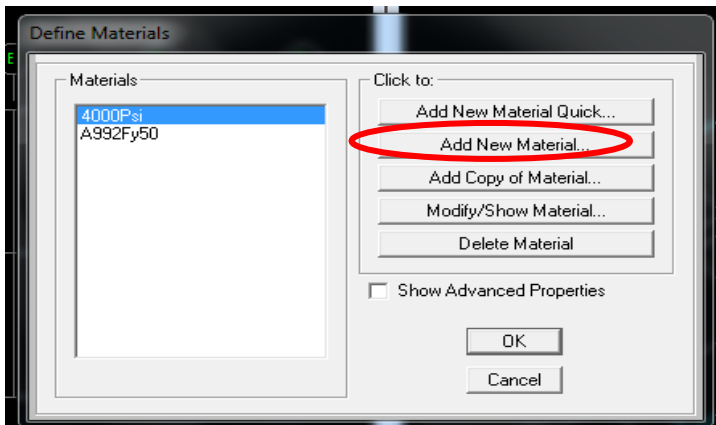
Gambar 3.5. Penggantian jarak antar frame

4. Klik ikon XZ pada toolbar untuk mengubah tampilan sumbu X-Y menjadi tampilan X-Z. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000 vr. 14 dengan jendela X-Z Plane dan 3D-View.



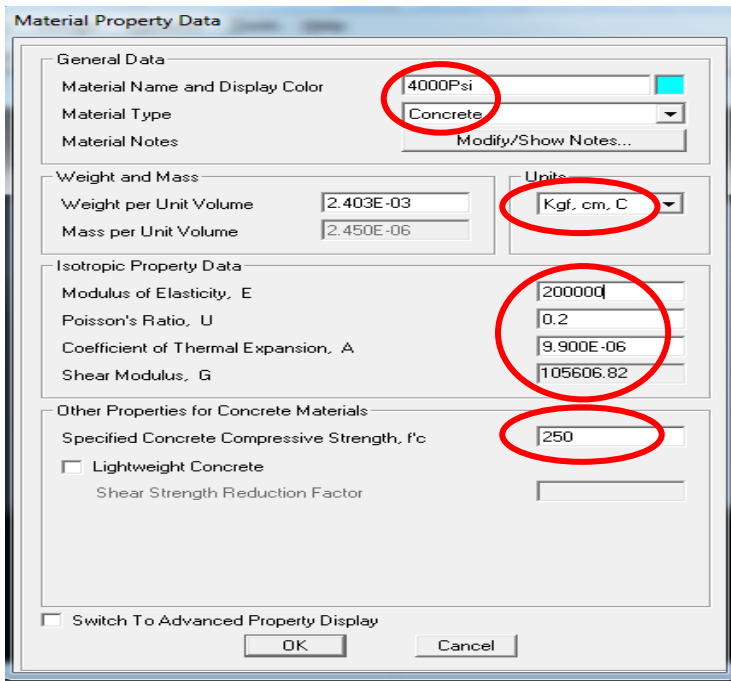
Gambar 3.5. Tampilan 3D pada grid

5. Pilih menu *Define > Materials > Modify/Show Material*. Unit satuan dirubah menjadi Kgf, cm, C.



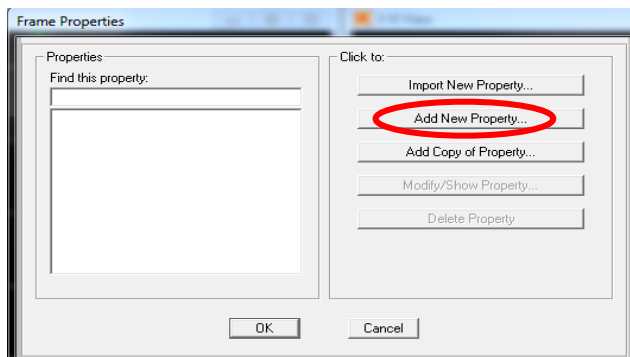
Gambar 3.5. Pemilihan material baru

Isi dan ubah parameter sesuai dengan jenis material, Jika selesai klik *OK*.



Gambar 3.6. Pengisian data-data material

6. Penentuan dimensi kolom pada elemen struktur dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut :
1. Pilih menu *Define > Section Properties > Frame Section*. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Frame Properties* seperti Gambar 3.7.

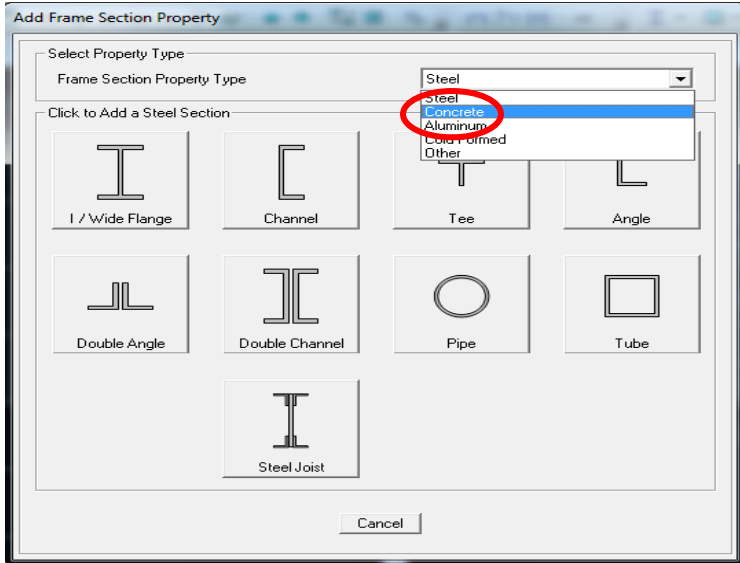


Gambar 3.7. Kotak dialog frame sections

Klik ikon *Add New Property*.

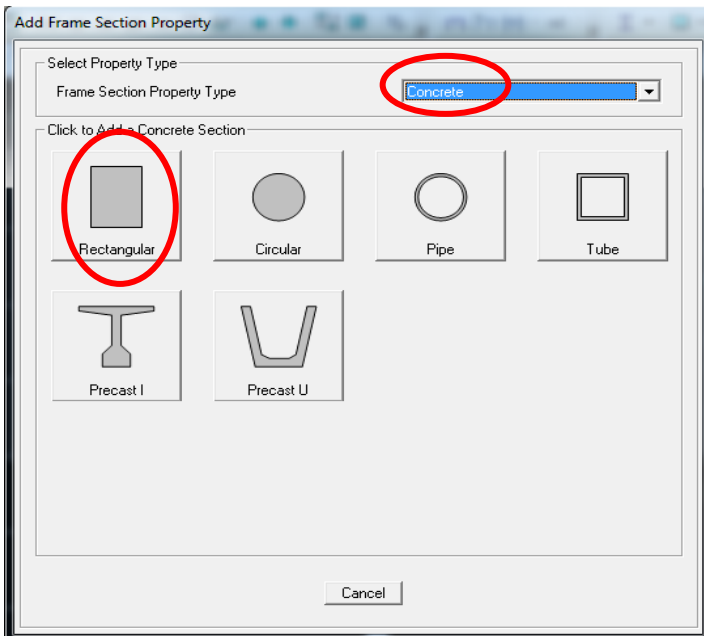
Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Add Frame Section Property* seperti pada Gambar 3.8.

Pada ikon *Frame Section Property Type* pilih *Concrete*.

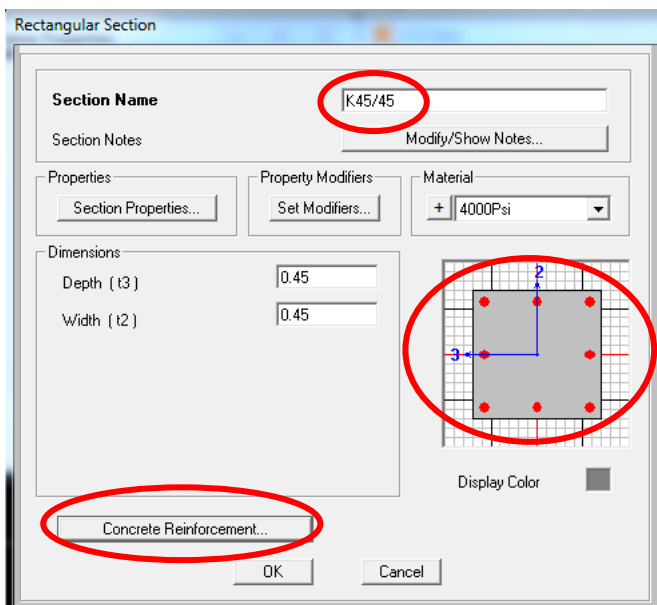


Gambar 3.8. Kotak dialog *add frame section property*

- Selanjutnya tampil kotak dialog *Add Frame Section Property* ditampilkan pilihan bentuk penampang *concrete* seperti Gambar 3.9. Pada kelompok *Click to Add a Concrete Section* klik ikon *Rectangular*.
- Setelah klik ikon *Rectangular*, pada *Section Name* ketik K45/45 kemudian ditentukan *Depth* (t_3) = 0.45 dan *Width* (t_2) = 0.45. Klik tombol *Concrete Reinforcement*. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Reinforcement Data* seperti Gambar 3.10.



Gambar 3.9. Memilih bentuk struktur beton



Gambar 3.10. Penentuan dimensi atau ukuran kolom

9. Pada kelompok *Design Type*, pilih tombol *Column*. Pada kelompok *Reinforcement Configuration*, pilih tombol *Rectangular*.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

Column (P-M 2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars 0.04

Number of Long Bars Along 3-dir Face 3

Number of Long Bars Along 2-dir Face 3

Longitudinal Bar Size + #9

Confinement Bars

Confinement Bar Size + #4

Longitudinal Spacing of Confinement Bars 0.15

Number of Confinement Bars in 3-dir 3

Number of Confinement Bars in 2-dir 3

Check/Design

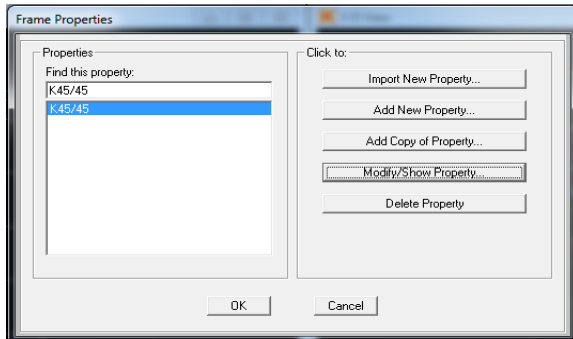
Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

OK

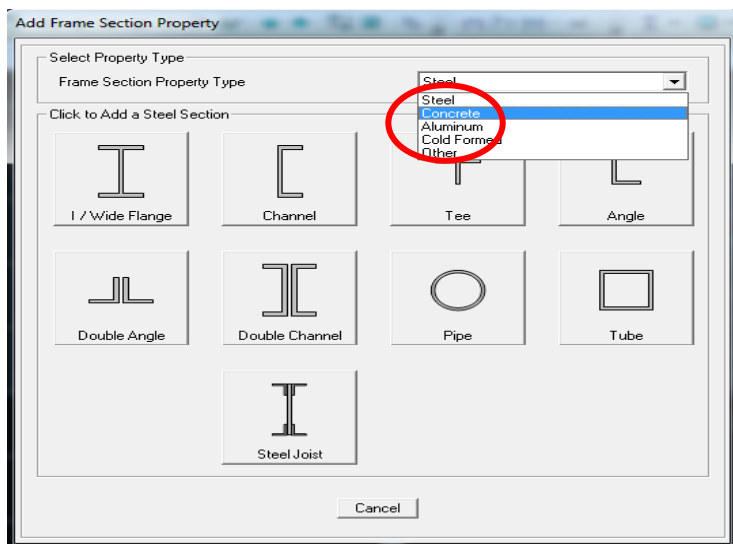
Cancel

Gambar 3.11. Pengisian type desain struktur



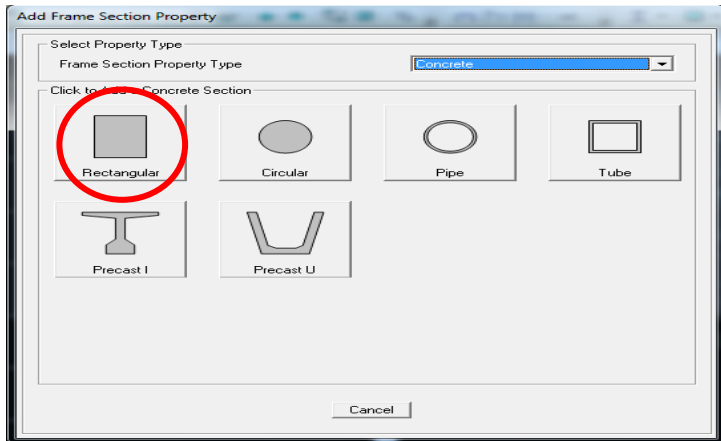
Gambar 3.12. Hasil pendefinisian kolom K45/45

10. Penentuan dimensi balok pada elemen struktur dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut : Pilih menu *Define > Section Properties > Frame Section*. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Frame Properties*. Klik ikon *Add New Property*. Selanjutnya tampil kotak dialog *Add Frame Section Property* seperti Gambar 3.13. Pada ikon *Frame Section Property Type*, pilih *Concrete*.



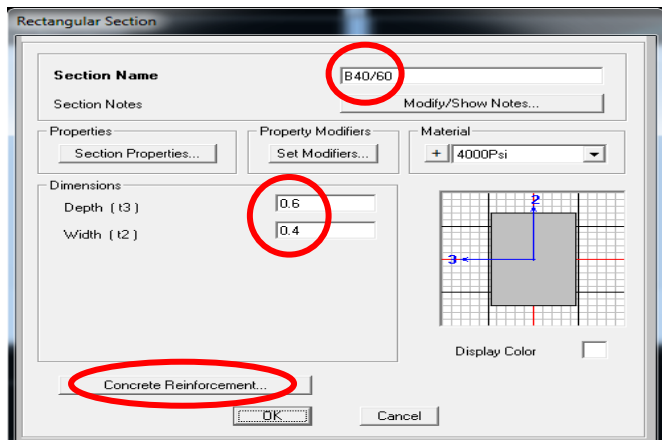
Gambar 3.13 Penambahan penampang baru frame

Selanjutnya tampil kotak dialog *Add Frame Section Property*, pada ikon *Click to Add a Concrete Section*, pilih ikon *Rectangular*.

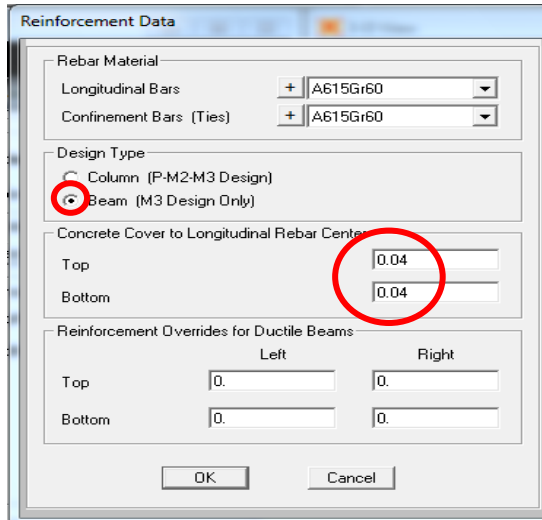


Gambar 3.14. Pemilihan bentuk struktur beton

Selanjutnya tampil kotak dialog *Rectangular Section* seperti pada Gambar 3.15. Pada *Dimensions*, tentukan *Depth (t3)* = 0.6 dan *Width (t2)* = 0.4. Klik tombol *Concrete Reinforcement*. Selanjutnya tampil kotak dialog seperti pada Gambar 3.15.

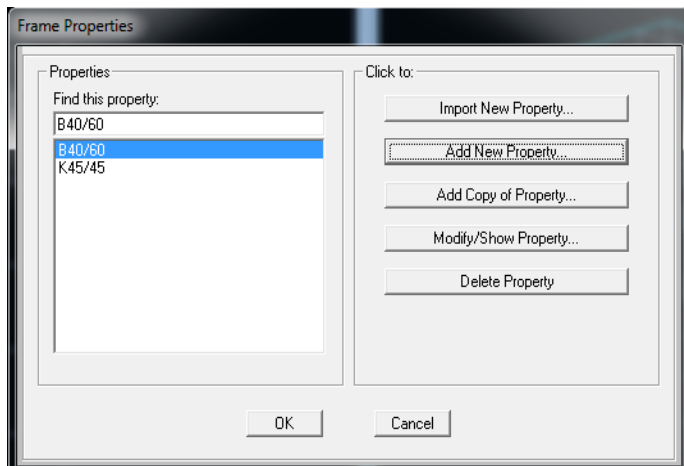


Gambar 3.15. Penentuan dimensi atau ukuran balok



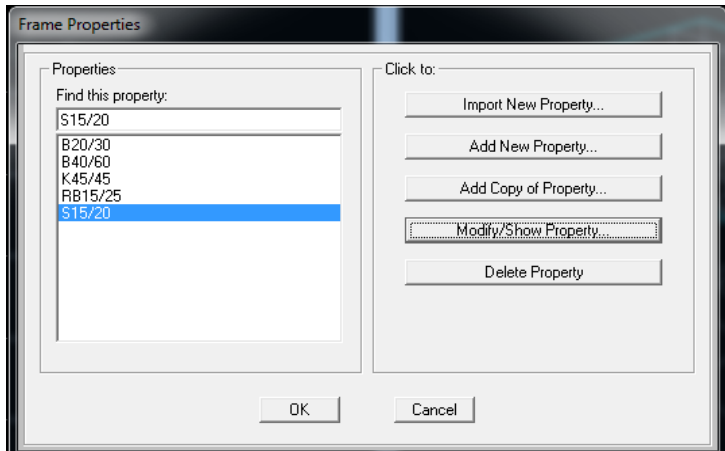
Gambar 3.16. Pengisian jenis frame dan tebal lapisan penutup beton

Pada kelompok ⁹ *Design Type*, pilih tombol *Beam*. Pada kelompok *Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center* tentukan *Top* dan *Bottom* adalah 0.04. Klik OK untuk menutup kotak dialog.



Gambar 3.17. Hasil pendefinisian penampang balok B40/60

11. Penentuan dimensi balok 20x30 (B20/30), ring balok 15x25 (RB15/25), dan sloof 15x20 (S15/20) dapat dilakukan seperti langkah-langkah pada pendefinisian Balok 40x60 (B40/60).



Gambar 3.18. Hasil dari pendefinisian semua elemen struktur

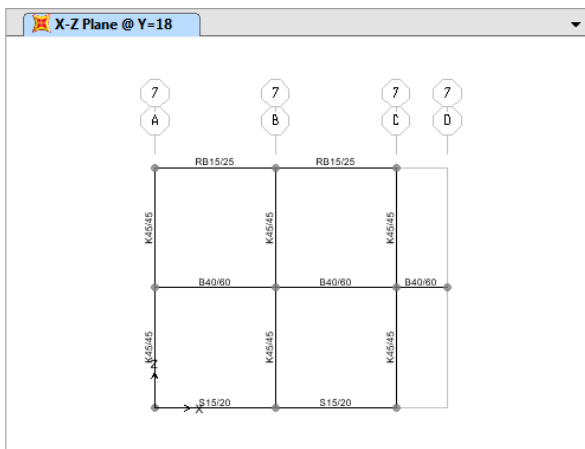
12. Gambar profil kedalam grid

Klik *Draw* > *Draw Frame/Cable/Tendon*

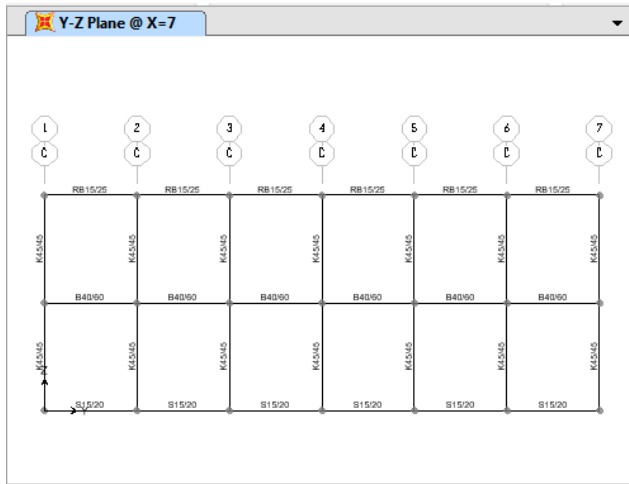


pada toolbar

Gambar profil semua elemen struktur sesuai dengan posisi dengan gambar rencana.

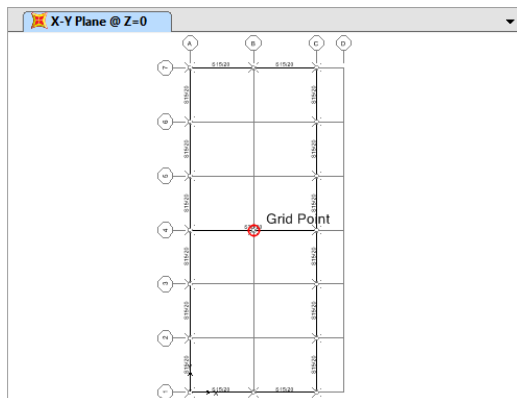


Gambar 3.19. Portal pada view X-Z @ Y=18



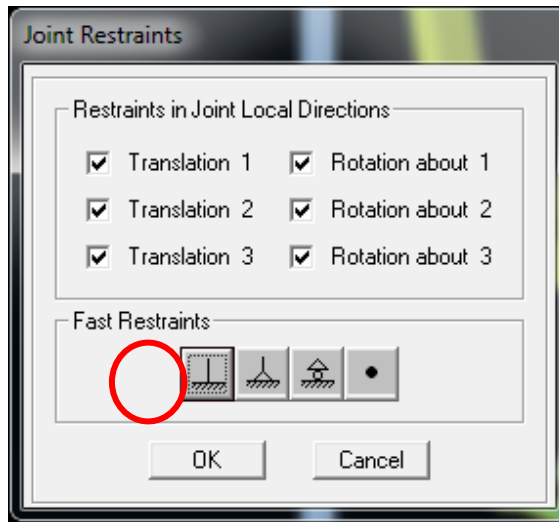
Gambar 3.20. Portal pada view Y-Z @ X=7

Klik pada setiap titik perletakan untuk menentukan jenis tumpuan. Tumpuan direncanakan sebagai jepit, maka titik perletakan di klik seperti Gambar 3.21.



Gambar 3.21. Penentuan tumpuan portal

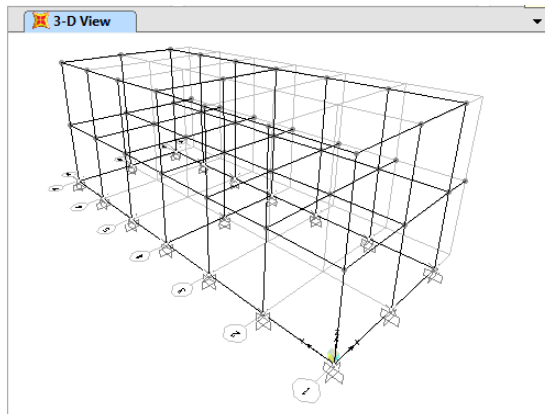
13. Pilih menu *Assign > Joint > Restraints*.
Selanjutnya tampil kotak dialog *Joint Restraints* seperti Gambar 3.22.



Gambar 3.22. Pada dialog *joint restraints* dipilih jepit

Pada *Fast Restraints*, klik ikon peletakan jepit yaitu gambar paling kiri kemudian Klik OK.

Maka akan terlihat hasil peletakan jepit seperti pada Gambar 3.23.

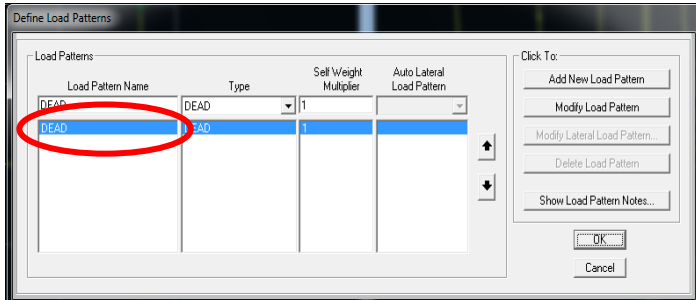


Gambar 3.23. Hasil akhir penggambaran peletakan

3.4. Input Data Pembebanan

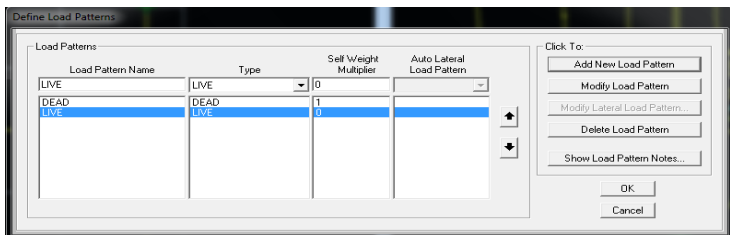
Dalam menentukan pembebanan pada portal dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pilih menu *Define > Load Pattern*, selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Define Load Pattern* seperti Gambar 3.24.



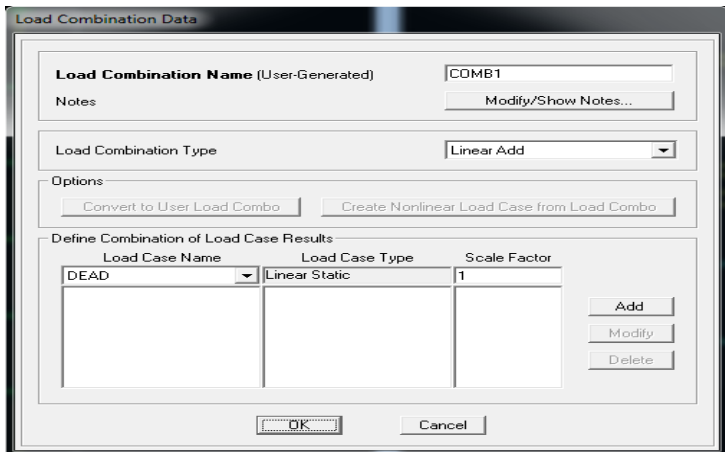
Gambar 3.24. Penentuan jenis beban pada portal

2. Pada kotak masukan *Load Pattern Name*, isikan beban mati DEAD, Klik *Modify Load Pattern*. Pada kotak masukan *Load Pattern Name*, isikan beban mati LIVE. Pada menu drop-down *Type*, klik tanda segitiga dan pilih LIVE. Pada kotak masukan *Self Weight Multiplier*, isikan berat sendiri yaitu : 0
Klik *Add New Load Pattern*
Klik OK untuk menutup kotak dialog tersebut.



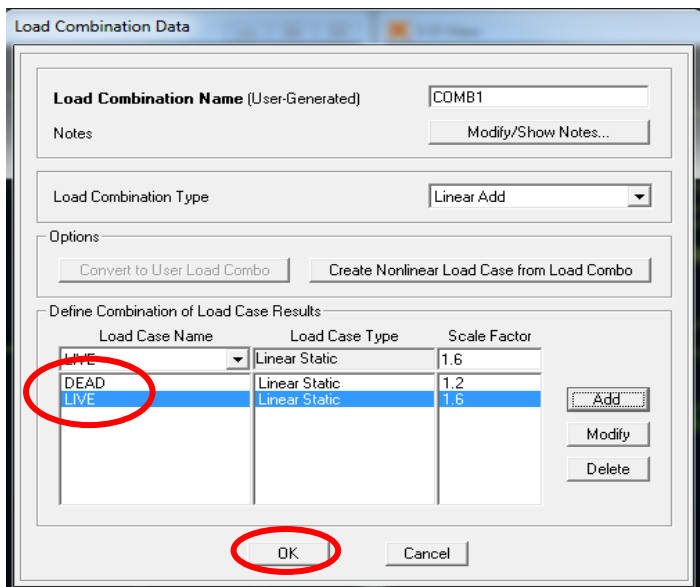
Gambar 3.25. Pendefinisian beban mati dan beban hidup

3. Pilih menu *Define > Load Combination > Add New Combo*
Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Load Combination Data* seperti Gambar 3.26.



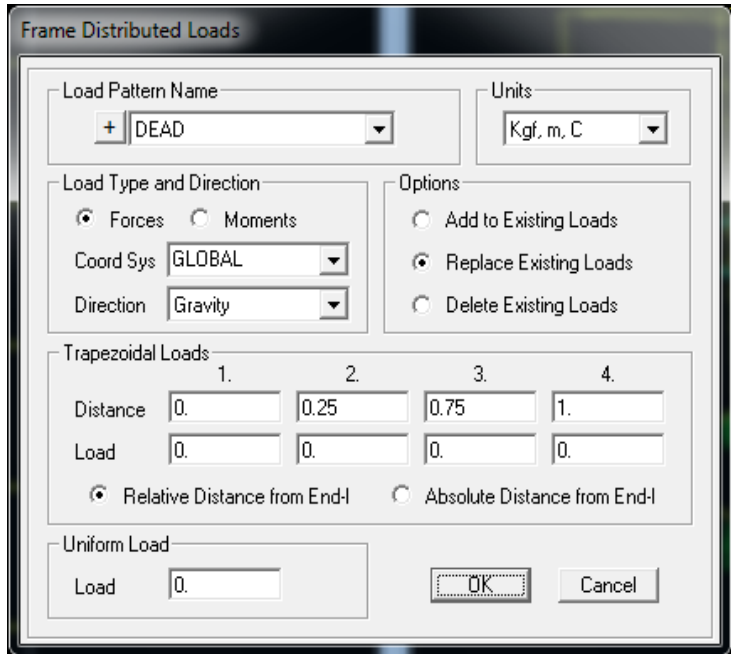
Gambar 3.26. Proses penentuan jenis kombinasi pembebanan

4. Pada kotak masukan *Load Combination Name*, isikan beban mati COMB1. Pada menu kotak *Scala Factor* isikan : 1,2 Klik *Add*. Pada kotak masukan *Load Case Name*, klik tanda segitiga dan pilih LIVE. Pada menu kotak *Scale Factor* isikan : 1,6. Klik *OK* untuk menutup kotak dialog tersebut.



Gambar 3.27. Penentuan beban kombinasi pada portal

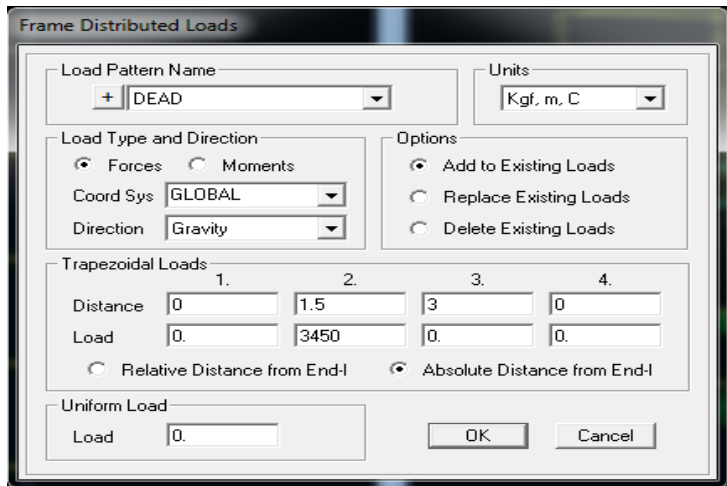
5. Penentuan beban pada elemen struktur dilakukan dengan klik batang balok B20/30, B40/60 yang bentangnya 3m maka batang akan ditampilkan terputus-putus. Kemudian pilih menu *Assign > Frame Loads > Distributed*. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Frame Distributed Load* seperti Gambar 3.28



Gambar 3.28. Distribusi pembebanan pada balok

6. Pada menu *drop-down Load Pattern Name*, klik tanda segitiga dan pilih *DEAD*.
- Pada kelompok *Load Type and Direction*, klik tombol *Forces*.
 - Pada menu *drop-down Coord Sys*, klik tanda segitiga dan pilih *Global*.
 - Pada menu *drop-down Direction*, klik tanda segitiga dan pilih *Gravity*.
 - Pada kelompok *Option*, pilih tombol *Add to Existing Loads*.

- Pada kelompok *Trapezoidal Loads*, pilih ikon *Relatife Distance from End-I*.
- Pada kotak masukan *Distance* = 0, ketik *Load* = 0.
- Pada kotak masukan *Distance* = 1.5, ketik *Load* = 3450.
- Pada kotak masukan *Distance* = 1.5, ketik *Load* = 3450.
- Pada kotak masukan *Distance* = 1.5, ketik *Load* = 3450.
- Pada kotak masukan *Uniform Loads*, ketik *Load* = 0.



Gambar 3.29. Pengisian beban trapezoidal pada B20/30,B40/60 dengan bentang 3 m

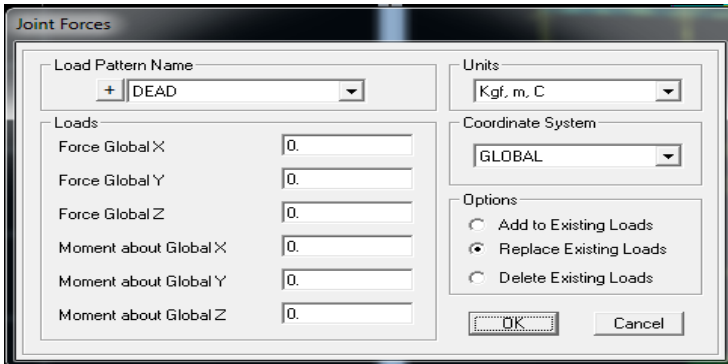
Klik OK untuk menutup kotak dialognya.

Ulangi langkah-langkah tersebut untuk menentukan Beban Hidup (LL) dan Beban mati (DL) pada balok yang lainnya.

7. Untuk pemasangan beban terpusat pada kolom dilakukan dengan klik ujung atas Kolom (K45/45) maka batang akan ditampilkan tanda silang.

34

Pilih menu *Assign > Join Loads > Forces*. Selanjutnya tampil kotak dialog *Joint Forces* seperti pada Gambar 3.34.



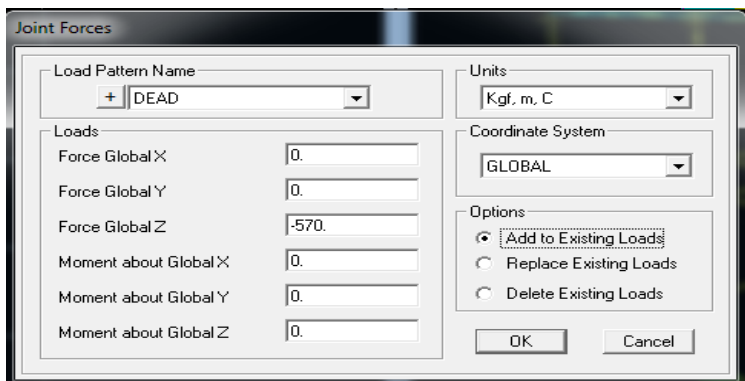
Gambar 3.34 . Pemasangan beban terpusat pada kolom K45/45

Pada menu *drop-down Load Pattern Name*, klik tanda segitiga dan pilih DEAD.

Pada bagian *Loads*, pilih *Force Global Z* masukkan atau ketik *Force Global Z = -570*

Pada kelompok *Coordinate System*, klik segitiga pilih Global.

Pada kelompok *Option*, pilih tombol *Add to Existing Loads*.



Gambar 3.35. Pengisian nilai pembebanan pada kolom

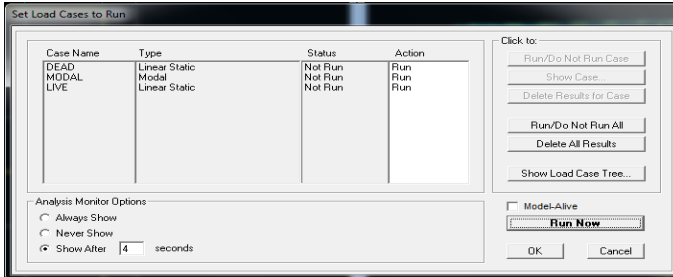
Klik OK untuk menutup kotak dialognya.

Ulangi langkah-langkah tersebut untuk menentukan Beban Hidup (LL).

3.5. ² Melakukan Analisis Struktur

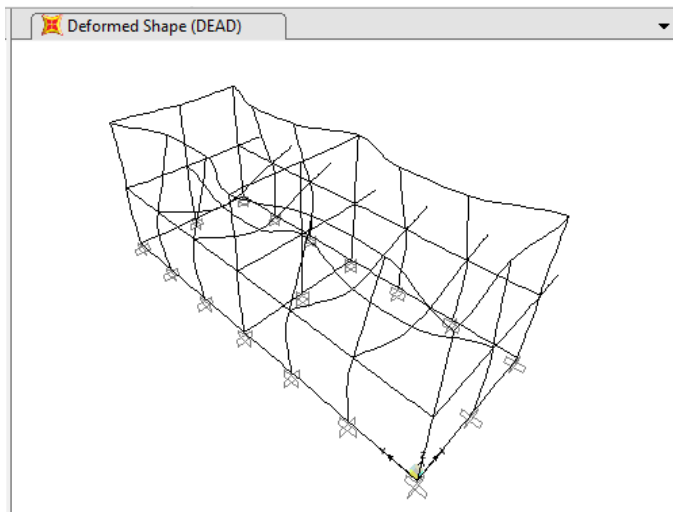
Pilih menu *Analyze > Run Analysis*.

Selanjutnya tampil kotak dialog *Set Load Cases to Run* seperti pada Gambar 3.36.



Gambar 3.36. Setting kasus pembebanan untuk running

Adapun hasilnya seperti pada Gambar 3.37



Gambar 3.37. Tampilan deformasi struktur pada portal

a. Mendesain Beton

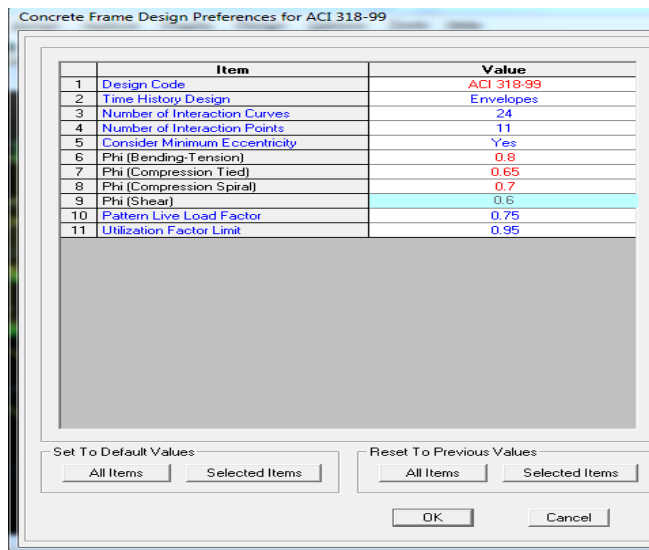
Untuk menyesuaikan dengan SNI

Pilih pada menu *View < Revise Preferences*

Selanjutnya ⁹ tampil kotak dialog *Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-99* seperti pada Gambar 3.38.

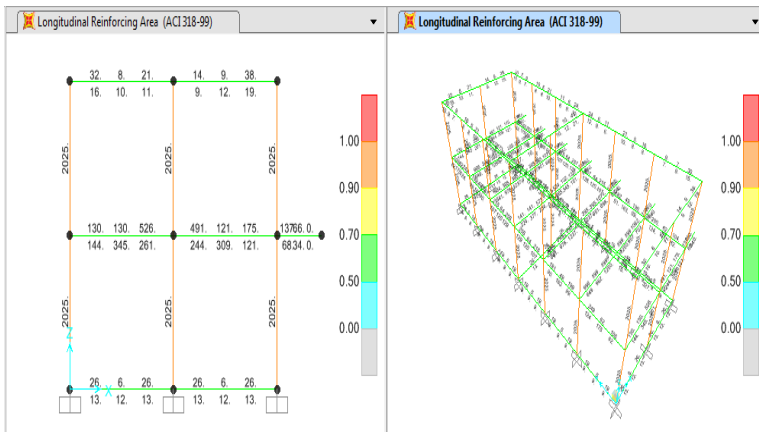
Pilih *Desain Code* : ACI 318-99

- Masukan atau ganti nilai Phi (*Bending-Tension*) di kolom Value = 0.8.
- Masukan atau ganti nilai Phi (*Compression Tied*) di kolom Value = 0.65.
- Masukan atau ganti nilai Phi (*Compression Spiral*) di kolom Value = 0.7.
- Masukan atau ganti nilai Phi (*Shear*) di kolom Value = 0.6.
- Klik OK untuk menutup kotak dialognya.



Gambar 3.38. Penyesuaian dengan desain SNI

- Pilih menu *Design > Concrete Frame Design > Strat Design/ Check Of Structure*.
- Selanjutnya tampil kotak dialog *Longitudinal Reinforcing Area* seperti pada Gambar 3.39.

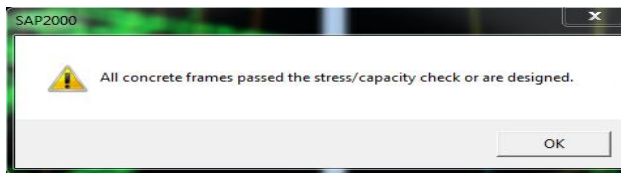


Gambar 3.39. Tampilan luas ratio penulangan pada portal

b. Cek Kesesuaian Design

Pilih menu *Design > Concrete Frame Design > Very all Members Passed.*

Selanjutnya tampil kotak dialog *All concrete frames passed the stress/capacity check or are designed* seperti yang disajikan pada Gambar 3.40 yang berarti semua disain sudah memenuhi syarat kapasitas.



Gambar 3.40. Tampilan bahwa desain sudah memenuhi syarat kapasitas

Klik OK untuk menutup kotak dialognya.

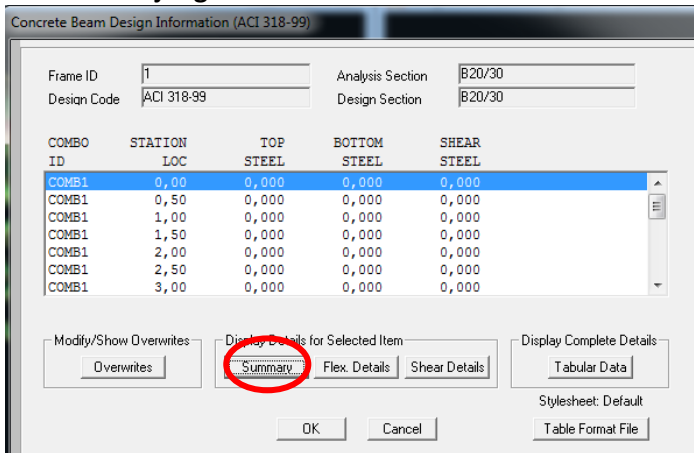
c. Hasil Penulangan dengan SAP 2000

Pilih salah satu frame yang akan ditinjau kemudian klik kanan, maka akan tampil seperti yang disajikan pada Gambar 3.41.

Pada contoh ini dipilih balok ukuran B20/30, B40/60 dan kolom K45/45 yang dilingkari pada gambar 3.39.

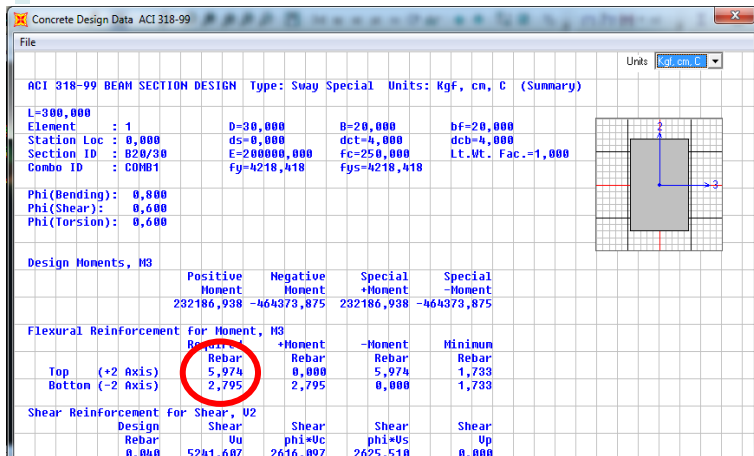
i. Penulangan pada Balok 20/30

1. Pada ujung balok



Gambar 3.41. Tampilan hasil informasi desain balok 20/30

Klik **Summary** maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 3.42.



Gambar 3.42. Data hasil desain balok 20/30

a. Tulangan lentur balok 20/30 :

- Tulangan atas

$$\text{Luas total diperlukan} = 5,974 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan : } 4 \Phi 14 = 6,160 \text{ cm}^2$$

- Tulangan bawah
 Luas total diperlukan = 2,795 cm²
 Digunakan tulangan : 2 Φ 14 = 3,080 cm²

b. Tulangan geser balok 20/30 :

$A_v/S = 0.040 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,40 \text{ mm}^2/\text{mm}$

- Jarak maksimum

$\Phi \cdot V_s = 2625,510 \text{ kg}$

$V_s = 2625,510/0.6 = 4375,167 \text{ kg} = 42920 \text{ Newton}$

$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24,5 \text{ Mpa}$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412,0 \text{ Mpa}$

$1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{24,5} \cdot 300 \cdot (300-40)$
 $= 128693 \text{ Newton} > V_s$

Dipakai ketentuan S maks = 600 mm, atau

$s \text{ maks} = 1/2 \cdot d = 1/2 \cdot (300-40) = 130$

$s \text{ maks} = 130 \text{ mm}$, digunakan $s = 100 \text{ mm}$

- Luas geser maksimum

$V_u = 5241,607 \text{ kg}$

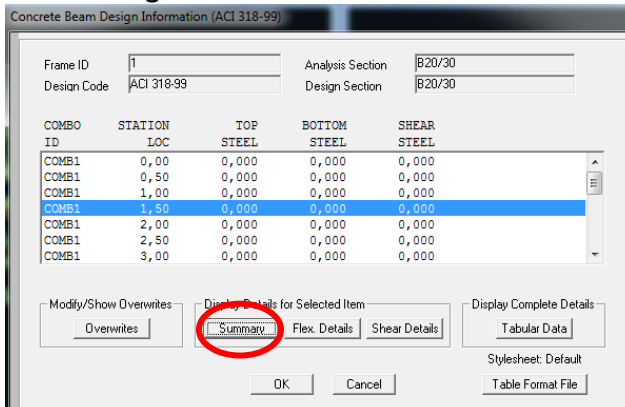
$\Phi \cdot V_c = 2616,097 < V_u$Diperlukan tulangan geser dengan $A_v/S = 0,40 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

Digunakan Φ 10 $A_v = 2 \cdot \pi/4 \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

$S = 157/0.4 = 392,5 \text{ mm}$

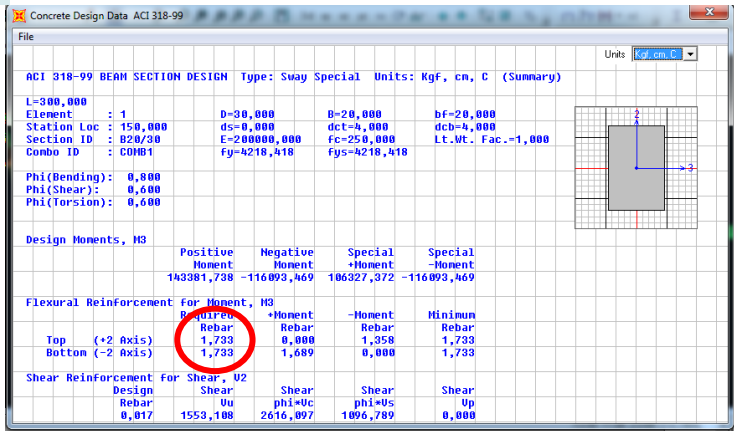
Digunakan tulangan Φ 10 - 100

2. Pada tengah balok



Gambar 3.43. Tampilan hasil informasi desain balok 20/30

Klik **Summary** maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 3.44.



Gambar 3.44. Data hasil desain balok 20/30

a. Tulangan lentur balok 20/30 :

- Tulangan atas

Luas total diperlukan = 1,733 cm²

Digunakan tulangan : 2 Φ 14 = 3,080 cm²

- Tulangan bawah

Luas total diperlukan = 1,733 cm²

Digunakan tulangan : 2 Φ 14 = 3,080 cm²

b. Tulangan geser balok 20/30 :

$A_v/S = 0.017 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,170 \text{ mm}^2/\text{mm}$

- Jarak maksimum

$\Phi_i * V_s = 1096,789 \text{ kg}$

$V_s = 1096,789 / 0.6 = 1827,982 \text{ kg} = 17932,5 \text{ Newton}$

$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24,5 \text{ Mpa}$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412,0 \text{ Mpa}$

$1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{24,5} \cdot 300 \cdot (300-40)$

$= 128693 \text{ Newton} > V_s$

Dipakai ketentuan $S_{maks} = 600 \text{ mm}$, atau

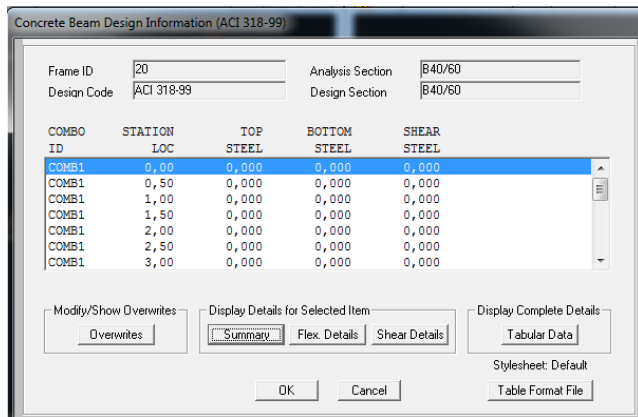
$s_{maks} = 1/2 \cdot d = 1/2 \cdot (300-40) = 130$

$s_{maks} = 130 \text{ mm}$, digunakan $s = 100 \text{ mm}$

- Luas geser maksimum
 $V_u = 1553,108 \text{ kg}$
 $\Phi \cdot V_c = 2616,097 > V_u \dots$ Tidak perlu pembatasan tulangan minimum dan hanya dibatasi jarak maksimum saja.
 Digunakan tulangan $\Phi 10 - 100$

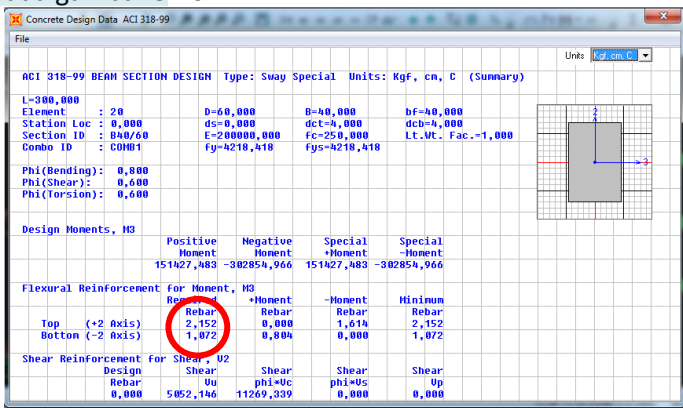
ii. Penulangan pada Balok 40/60

1. Pada ujung balok



Gambar 3.45. Tampilan informasi desain balok 40/60

Klik **Summary** maka akan muncul tampilan seperti yang disajikan pada gambar 3.46.



Gambar 3.46. Data Desain Concrete Balok 40/60

a. Tulangan lentur balok 40/60 :

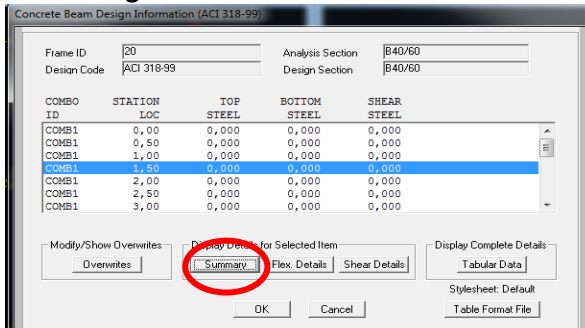
- Tulangan atas
Luas total diperlukan = 2,152 cm²
Digunakan tulangan : 3 Φ 14 = 4,620 cm²
- Tulangan bawah
Luas total diperlukan = 1,072 cm²
Digunakan tulangan : 2 Φ 14 = 3,080 cm²

b. Tulangan geser balok :

$A_v/S = 0 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0 \text{ mm}^2/\text{mm}$

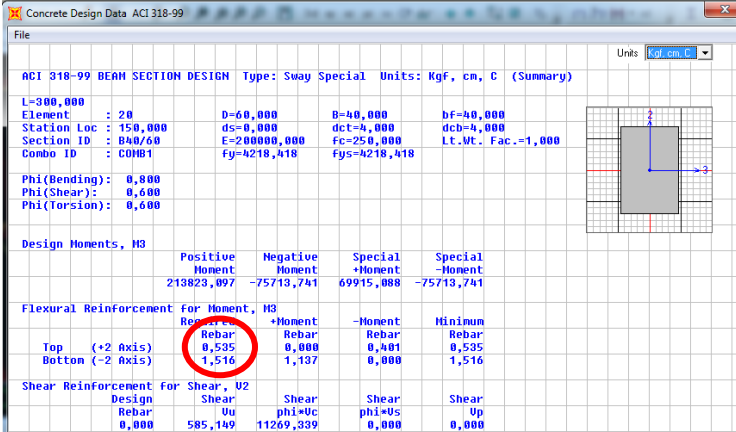
- Jarak maksimum
 $\Phi \cdot V_s = 0 \text{ kg}$
 $V_s = 0/0.6 = 0 \text{ kg} = 0 \text{ Newton}$
 $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24,5 \text{ Mpa}$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412,0 \text{ Mpa}$
 $1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{24,5} \cdot 300 \cdot (300-40)$
 $= 128693 \text{ Newton} > V_s$
Dipakai ketentuan S maks = 600 mm, atau
s maks = 1/2 d = 1/2 \cdot (600-40) = 280
s maks = 280 mm, digunakan s = 250 mm
- Luas geser maksimum
 $V_u = 5052,146 \text{ kg}$
 $\Phi \cdot V_c = 11269,339 > V_u \dots \text{Tidak perlu}$
pembatasan tulangan minimum dan hanya dibatasi jarak maksimum saja.
Digunakan tulangan Φ 10 – 250

2. Pada tengah balok



Gambar 3.47. Tampilan informasi desain balok 40/60

Klik *Summary* maka akan muncul tampilan seperti yang disajikan pada gambar 3.48.



ACI 318-99 BEAM SECTION DESIGN		Type:	Sway	Special	Units:	KgF, cm, C (Summary)
L=300,000						
Element :	20	D=60,000	B=40,000	bf=40,000		
Station Loc :	150,000	ds=0,000	dcl=0,000	dcb=0,000		
Section ID :	BAB/60	E=200000,000	Fc=250,000	Lt.Wt. Fac.=1,000		
Combo ID :	COHB1	Fy=4218,418	Fys=4218,418			
Phi(Bending):	0,800					
Phi(Shear):	0,600					
Phi(Torsion):	0,600					
Design Moments, M3						
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment		
	213823,097	-75713,741	69915,088	-75713,741		
Flexural Reinforcement for Moment, M3						
	Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar		
Top (+2 Axis)	0,535	0,000	0,401	0,535		
Bottom (-2 Axis)	1,516	1,137	0,000	1,516		
Shear Reinforcement for Shear, U2						
	Design Rebar	Shear Uu	Shear phi=Uc	Shear phi=U5	Shear Uu	Shear Uu
	0,000	585,149	11269,339	0,000	0,000	0,000

Gambar 3.48. Data Desain Concrete Balok 40/60

c. Tulangan lentur balok 40/60 :

- Tulangan atas

$$\text{Luas total diperlukan} = 0,535 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan : } 2 \Phi 14 = 3,080 \text{ cm}^2$$

- Tulangan bawah

$$\text{Luas total diperlukan} = 1,516 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan : } 3 \Phi 14 = 4,620 \text{ cm}^2$$

d. Tulangan geser balok :

$$Av/S = 0 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

- Jarak maksimum

$$\Phi_i * V_s = 0 \text{ kg}$$

$$V_s = 0/0.6 = 0 \text{ kg} = 0 \text{ Newton}$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24,5 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412,0 \text{ Mpa}$$

$$1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{24,5} \cdot 300 \cdot (300-40)$$

$$= 128693 \text{ Newton} > V_s$$

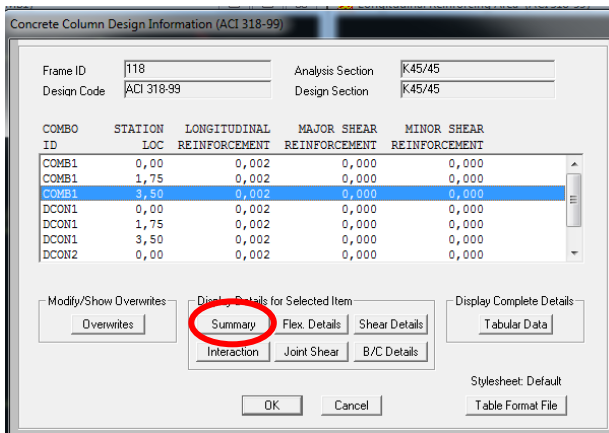
Dipakai ketentuan S maks = 600 mm, atau

$$s \text{ maks} = 1/2 \cdot d = 1/2 \cdot (600-40) = 280$$

s maks = 280 mm, digunakan s = 250 mm

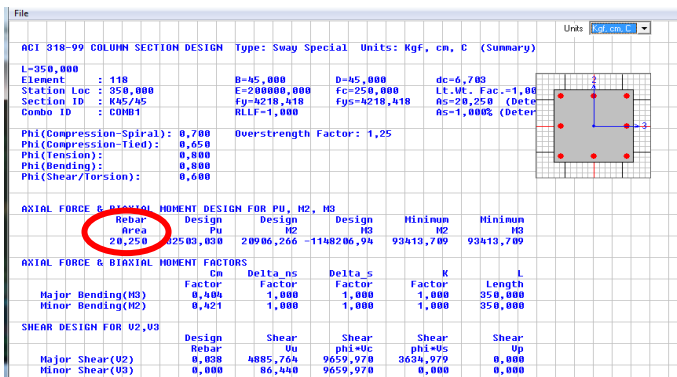
- Luas geser maksimum
 $V_u = 585,149 \text{ kg}$
 $\Phi \cdot V_c = 11269,339 > V_u \dots$ Tidak perlu pembatasan tulangan minimum dan hanya dibatasi jarak maksimum saja.
 Digunakan tulangan $\Phi 10 - 250$

iii. Penulangan pada Kolom 45/45



Gambar 3.49. Tampilan informasi desain kolom 45/45

Klik Summary maka akan di munculkan tampilan seperti pada gambar 3.50.



Gambar 3.50. Data hasil desain kolom 45/45

1. Tulangan lentur kolom :

$$\text{Luas total diperlukan} = 20.250 \text{ cm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan : } 14 \Phi 14 = 21.540 \text{ cm}^2$$

2. Tulangan geser kolom :

$$Av/S = 0.038 \text{ cm}^2/\text{cm} = 0,38 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

- Jarak maksimum

$$\Phi \cdot V_s = 3634,979 \text{ kg}$$

$$V_s = 563634,979 / 0.6 = 6058,298 \text{ kg} = 59432 \text{ Newton}$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2 = 24,5 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 412,0 \text{ Mpa}$$

$$1/3 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{24,5} \cdot 450 \cdot (450-67)$$

$$= 284363 \text{ Newton} > V_s$$

Dipakai ketentuan S maks = 600 mm, atau

$$s \text{ maks} = 1/2 \cdot d = 1/2 \cdot (450-67) = 191,5$$

s maks = 190 mm, digunakan s = 150 mm

- Luas geser maksimum

$$V_u = 4885,764 \text{ kg}$$

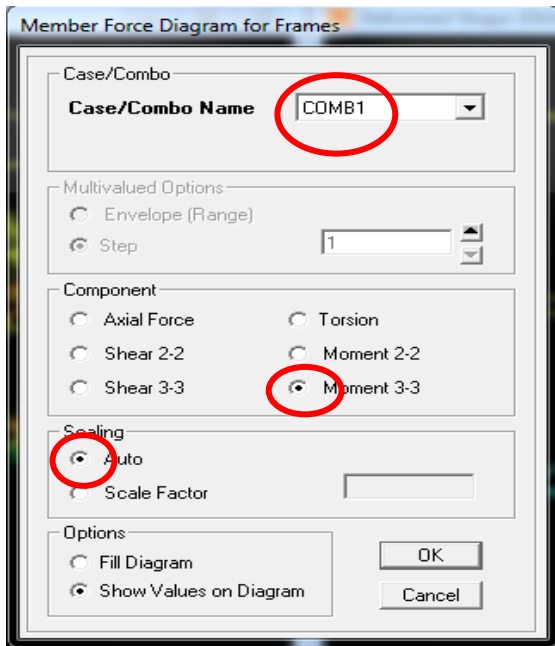
$\Phi \cdot V_c = 9659,97 > V_u$Tidak perlu pembatasan tulangan minimum

Digunakan tulangan besi $\Phi 10 - 150$

3.6. Menampilkan Gaya-gaya Dalam Struktur

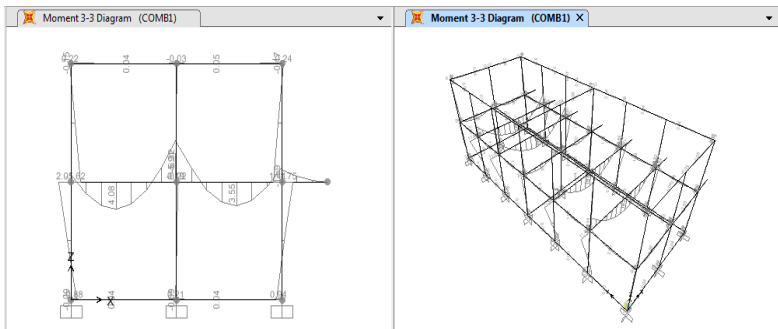
Untuk menampilkan hasil gaya-gaya dalam berupa bidang momen pada struktur portal, dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pilih menu *Display > Show Forces/Stresses > Frames/Cables*.
- b. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Member Forces Diagram for Frames*.
- c. Pada kelompok *Case/Combo*, klik tanda segitiga menu *drop-down Case/Combo Name* dan pilih COMB1.
- d. Pada kotak dialog *Member Forces Diagram for Frames* kelompok *Component*, pilih tombol *Moment 3-3*.
- e. Pada kelompok *Scaling*, pilih *Auto*.
- f. Pada kelompok *Options*, pilih *Show Values on Diagram*
- g. Klik *OK*.



Gambar 3.51. Tampilan momen 3-3 pada beban kombinasi

Selanjutnya tampil bidang momen pada portal karena beban kombinasi seperti pada gambar 3.52.



Gambar 3.52. Bidang momen pada portal karena beban kombinasi

Selanjutnya klik kanan pada balok atau kolom yang ditinjau, maka akan tampil kotak dialog *Diagrams for Frame Object*.

Pada ikon *Case* pilih *COMB1*, sedangkan pada *Display Options* pilih *Show Max*.

Maka akan tampil nilai gaya dan momen pada ujung frame, gaya geser dan momen maksimum serta defleksi struktur, seperti yang disajikan pada gambar 3.53.



Gambar 3.53. Gaya dan momen maksimum pada kolom

Bab 4

Perencanaan Plat

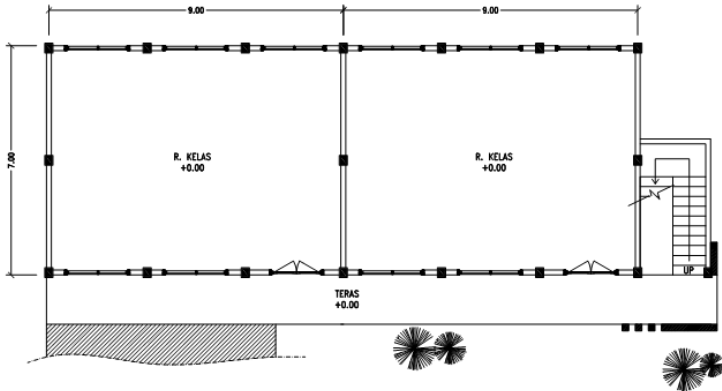
4.1. Data-data Perencanaan

Pada perencanaan plat lantai, data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan plat lantai adalah :

Mutu Beton ($f'c$)	: 20 Mpa
Mutu Baja (f_y)	: 240 Mpa
Tebal plat	: 12 cm
Ukuran plat	: 3 x 3 m

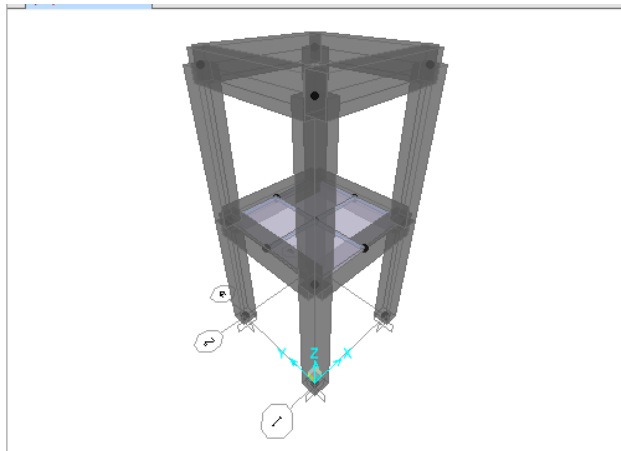


Gambar. 4.1. Tampak depan gedung



Gambar. 4.2. Denah gedung sekolah

Untuk memodelkan struktur plat, diambil 1 pias plat dengan ukuran 3 x 3 m.



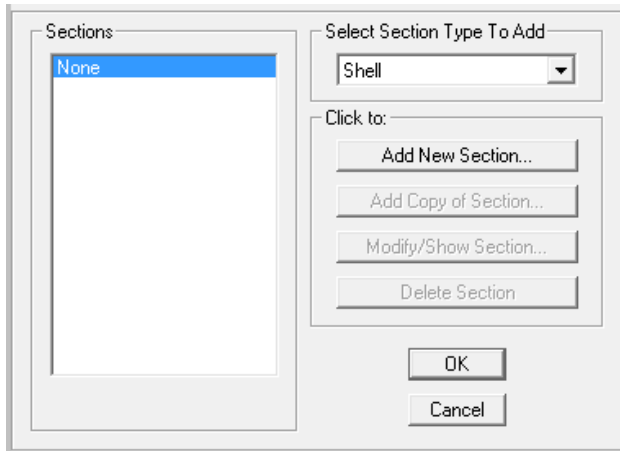
Gambar. 4.3. Gambar model 1 pias plat

4.2. Penggambaran Plat dan Inputing Data



a. Menggambar plat

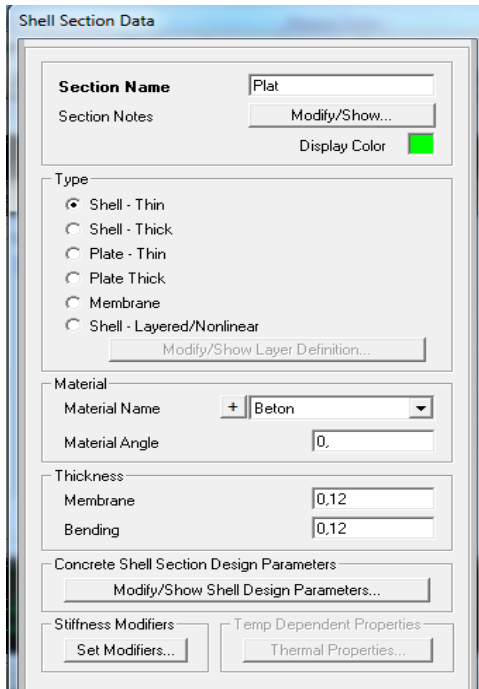
Penentuan dimensi plat dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Pilih menu *Define > Section Properties > Area Section*.
- Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Sections* seperti Gambar 4.4.

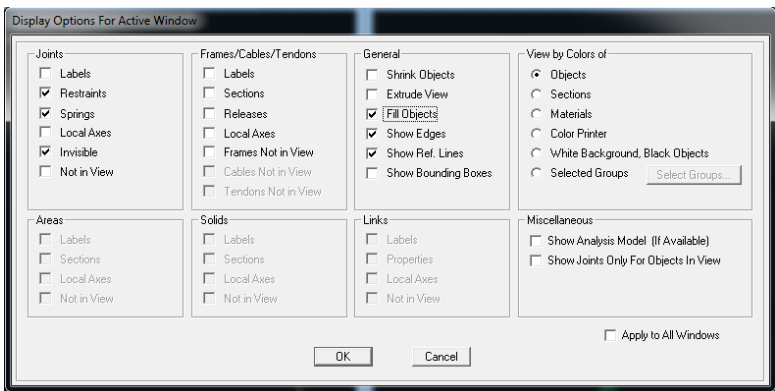


Gambar. 4.4. Kotak dialog untuk penambahan section baru

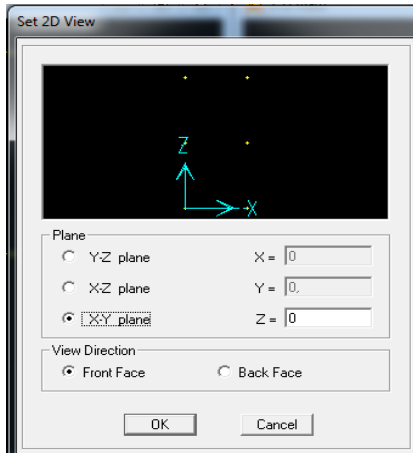
- Klik ikon *Add New Section*
- Selanjutnya tampil kotak dialog *Add New Section* seperti pada Gambar 4.5.
- Pada *section name* ketik nama Plat, klik type *Shell – Thin*, material name pilih beton atau *concrete*. Pada bagian *Thickness* ketik 0,12 untuk *Membrane* dan ketik 0,12, kemudian klik OK.
- Kemudian klik ikon 
- Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Display Option For Active Window* seperti pada Gambar 4.6.
- Pada kotak dialog *Display Option For Active Window*, pada bagian General klik *Fill Object* kemudian klik OK.
- Pilih menu *View > Set 2D View* kemudian tampil kotak dialog seperti pada Gambar 4.7.
- Selanjutnya klik *X-Y Plane* kemudian klik OK. Pilih ikon  *Quick Draw Area Element*, pada *Properties of Object* pilih plat selanjutnya klik tanda panah pada tempat rencana plat sehingga diperoleh gambar plat seperti pada gambar 4.8.



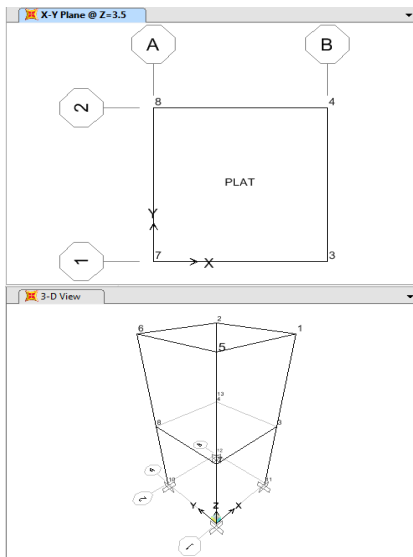
Gambar 4.5. Kotak dialog penentuan material dan tebal plat



Gambar 4.6. Pengaturan tampilan gambar frame dan plat

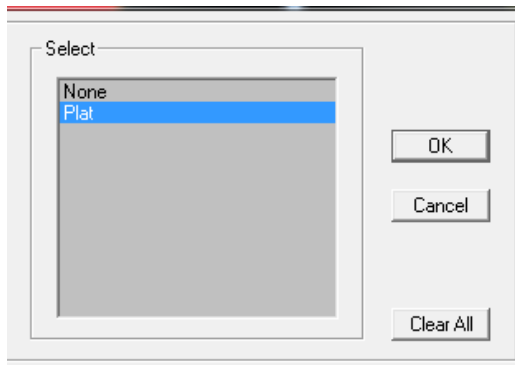


Gambar 4.7. Perubahan tampilan 2D X-Y Plane



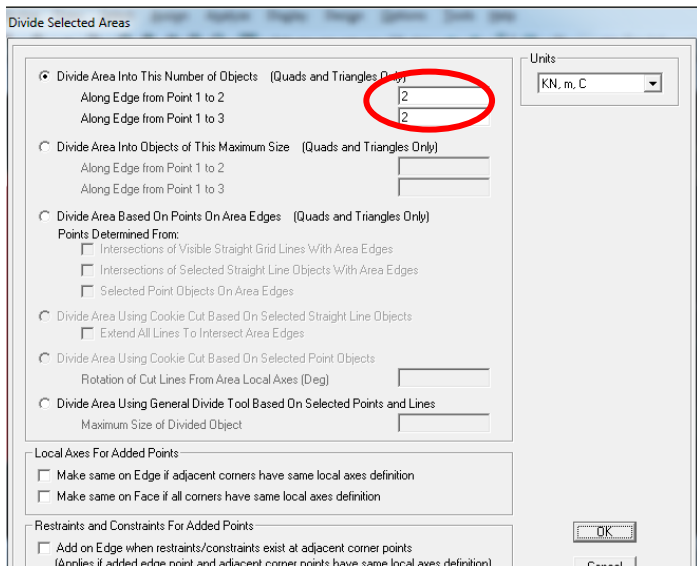
Gambar 4.8. Hasil penggambaran plat pada portal

- Pilih menu *Select > Select > Properties > Area Section*
- Selanjutnya ditampilkan kotak dialog seperti Gambar 4.9. kemudian pilih plat dan klik *OK*.



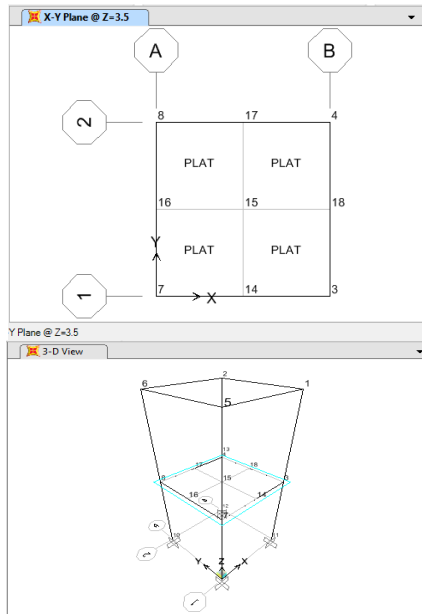
Gambar 4.9. Pemilihan *jenis section* yang akan dianalisis

- Pilih menu *Edit > Edit Areas > Divide Areas Properties > Area Section*.
- Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Section* seperti Gambar 4.10. Ketik angka 2 pada *Along Edge from Point 1 to 2* dan pada *Along Edge from Point 1 to 3*.



Gambar 4.10. Penentuan *divide area* pada plat

Selanjutnya terlihat tampilan seperti pada gambar 4.11.

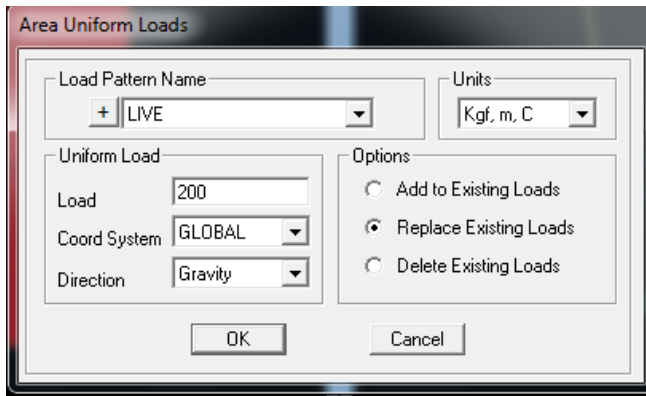


Gambar. 4.11. Tampilan plot *divide area* pada plat

b. Input Beban Pada Plat

Beban yang terjadi pada plat meliputi beban hidup, beban mati (beban plat sendiri) dan beban mati tambahan (keramik, spesi dan pasir urug). Adapun langkah-langkahnya adalah :

- Pilih plat yang akan diberi beban lalu pilih menu *Assign > Area load > Unifrom (Shell)*.
- Selanjutnya masukkan beban hidup sebesar 200 kg/m^2 , kemudian klik OK seperti dalam Kotak Dialog dalam Gambar 4.12.
- Dengan cara yang sama dimasukkan beban mati tambahan sebesar 120 kg/m^2 . Kotak Dialog seperti Gambar 4.12.

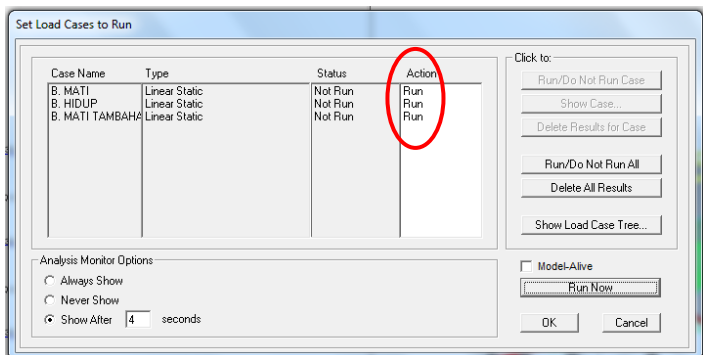


Gambar. 4.12. Tampilan input beban hidup pada plat

4.3. Analisa Struktur Plat

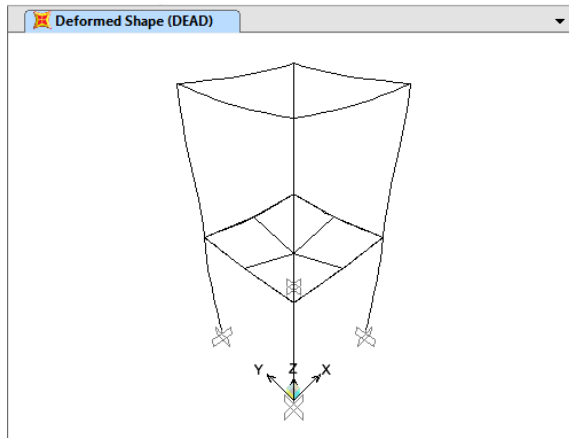
Setelah beban telah dimasukkan maka analisa sudah siap dilakukan. Langkah pertama adalah :

- 2 a. Pilih menu *Analyze > Run Analyze*
- b. Pada menu *Set Load Cases to Run* pastikan kolom *Action* dalam posisi *Run* semua
- c. Klik *Run Now*




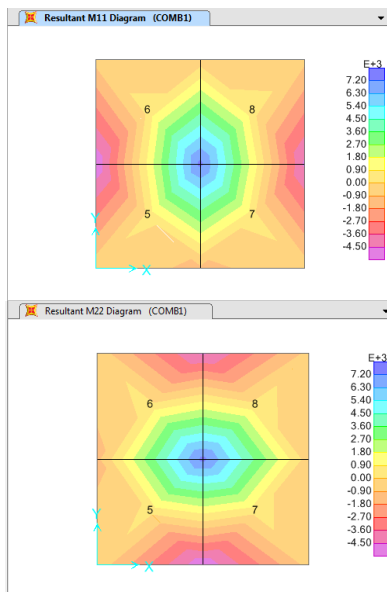
Gambar. 4.13. Proses *Run Analysis*

- d. Setelah *running* telah berjalan maka SAP.2000 menunjukkan rangka yang telah berdeformasi akibat beban yang bekerja.



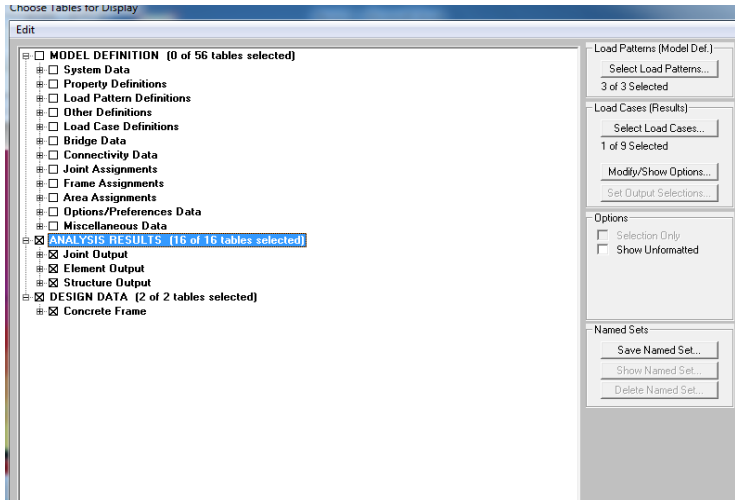
Gambar 4.14. Tampilan deformasi pada plat

- e. Untuk mengetahui gaya-gaya dalam seperti momen dan gaya geser klik *show forces / shells*  .
- f. Kemudian pilih M11 dan M22, sehingga diperoleh tampilan seperti gambar 4.15.



Gambar 4.15. Tampilan momen M11 dan M22

- g. Untuk mengetahui nilai momen tumpu dan lapangan baik arah X dan arah Y dilakukan dengan pilih *Display<Show Tables*. Sehingga tampil kotak dialog pada gambar 4.16. kemudian klik OK.



Gambar 4.16. Kotak dialog untuk menampilkan hasil gaya-gaya dalam

Element Joint Forces - Areas

File View Format-Filter-Sort Select Options

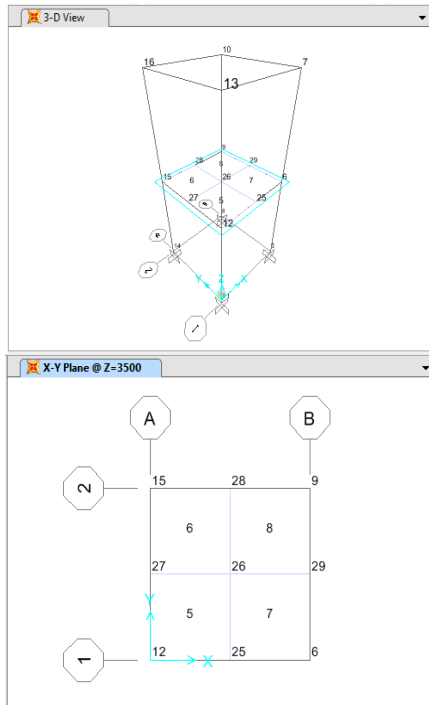
Units: As Noted

AreaElem Text	Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m
1	12	COMB1	Combination	-71.74	-71.74	1114.86	138.28	-138.28
1	25	COMB1	Combination	30.47	-10.38	1245.39	255.62	-124.9
1	26	COMB1	Combination	51.66	51.66	-18.54	331.25	-331.25
1	27	COMB1	Combination	-10.38	30.47	1245.39	124.9	-255.62
2	27	COMB1	Combination	-10.9	-29.66	1250.9	-123.65	-263.17
2	26	COMB1	Combination	53.87	-51.94	-0.12	-331.28	-345.49
2	28	COMB1	Combination	32.2	8.57	1183.1	-223.34	-195
2	15	COMB1	Combination	-75.16	73.04	1153.21	-129.87	-152.18
3	25	COMB1	Combination	-29.66	-10.9	1250.9	263.17	123.65
3	6	COMB1	Combination	73.04	-75.16	1153.21	152.18	129.87
3	29	COMB1	Combination	8.57	32.2	1183.1	195	223.34
3	26	COMB1	Combination	51.94	53.87	-0.12	345.49	331.28
4	26	COMB1	Combination	-53.59	-53.59	18.78	-345.46	345.46
4	29	COMB1	Combination	9.51	-31.82	1188.76	-153.69	236.65
4	9	COMB1	Combination	75.9	75.9	1190.8	-143.21	143.21
4	28	COMB1	Combination	-31.82	9.51	1188.76	-236.65	153.69

Record: 1 of 16

Add Tables... Done

Gambar 4.17. Output gaya-gaya dalam yang terjadi pada plat



Gambar 4.18. *Display label joint* pada tampilan 2D dan 3D

Untuk menghitung tulangan pada dilakukan tahapan sebagai berikut :

- Merubah satuan momen (M_u) dari Kgm menjadi Nmm dengan mengalikan dengan angka 10^4
- Menghitung M_n , R_n , m dan ρ dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$m = \frac{f_y}{0,88 \cdot f'_c}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

- Cek nilai ρ , jika nilai $\rho \leq \rho_{\text{minimum}}$; maka digunakan nilai ρ_{minimum} .
Jika nilai $\rho \geq \rho_{\text{maksimum}}$; maka digunakan nilai ρ_{maksimum} .

d. Menghitung luas tulangan perlu ($A_{s\text{ perlu}}$) :

$$A_{s\text{ perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

e. Tentukan diameter tulangan dan jarak antar tulangan.

f. Cek luas tulangan ada ($A_{s\text{ ada}}$) :

$$A_{s\text{ ada}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 1000 / \text{jarak antar tulangan.}$$

g. jika nilai $A_{s\text{ perlu}} \leq A_{s\text{ ada}}$; maka diameter tulangan dan jarak tulangan sudah memenuhi syarat.

Adapun nilai momen dan hasil penulangan pada plat disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil momen arah X dan arah Y termasuk hasil penulangan tumpu dan lapangan

No	Jenis Momen	Mu	Mn	Rn	m	ρ	ρ_{pakai}	$A_{s\text{ perlu}}$	Tulangan		$A_{s\text{ ada}}$
		Nmm	Nmm					mm ²	Dia (mm)	Jarak (mm)	mm ²
1	Tumpu-X	2631700	3289625	0.4553	14.1176	0.0019	0.0025	250.00	10 -	250	314.286
2	Lapangan-X	3454900	4318625	0.5977	14.1176	0.0025	0.0025	250.00	10 -	250	314.286
3	Tumpu-Y	2556200	3195250	0.4422	14.1176	0.0019	0.0025	250.00	10 -	250	314.286
4	Lapangan-Y	3454900	4318625	0.5977	14.1176	0.0025	0.0025	250.00	10 -	250	314.286

Dalam arah tegak lurus tulangan pokok harus disediakan tulangan bagi (demi tegangan suhu dan susut).

Untuk $f_y = 240$

Nilai A_s adalah : $A_s = \frac{0,25 \cdot b \cdot h}{100}$

Maka :

$$A_s = \frac{0,25 \times 1000 \times 120}{100} = 300 \text{ mm}^2$$

Diperlukan tulangan D10 – 250 = 314,28 mm² > 300 mm²

Bab 5

Perencanaan Pondasi

5.1. Data-data Perencanaan

Pada perencanaan pondasi, pondasi berupa pondasi telapak (*foot plate*). Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan pondasi adalah :

6 Mutu Beton ($f'c$)	: 20 Mpa
Mutu Baja (f_y)	: 240 Mpa
Rencana uk.pondasi	: 1,5 x 1,5 m
Daya dukung tanah	: 2 kg/cm ²
Kedalaman tanah keras	: 1,0 m

5.2. Hasil Analisis

Untuk mengetahui reaksi perletakan yang terjadi pada setiap pondasi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- Pilih *Display < Show Tables*. Sehingga tampil kotak dialog pada gambar 5.1, kemudian klik OK.
- Klik *Analysis Results*, kemudian klik *Joint Output* dan klik OK.
- Kemudian tampil kotak dialog *Joint Reactions*, kemudian pilih *Joint Reactions* sehingga tampil kotak dialog seperti pada gambar 5.1.

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Joint Reactions

Assembled Joint Masses

Joint Displacements

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	F1 Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
46	COMB1	Combination	836.28	423.71	154.35.65	-410.36	793.19	20.67
47	COMB1	Combination	4942.57	86.34	32490.56	-92.98	5498.71	29.64
48	COMB1	Combination	4932.35	-142.72	31513.33	164.89	5485.6	-37.48
49	COMB1	Combination	1091.66	-2.825E-13	20618.26	-6.137E-13	1070.13	-3.999E-13
50	COMB1	Combination	4932.35	142.72	31513.33	-164.89	5485.6	37.48
51	COMB1	Combination	4942.57	-86.34	32490.56	92.98	5498.71	-29.64
52	COMB1	Combination	836.28	423.71	154.35.65	410.36	793.19	-20.67
53	COMB1	Combination	-123.88	-1284.75	27006.14	1396.49	-209.53	2.38
54	COMB1	Combination	-769.41	423.78	17862.92	410.94	-854.37	7
55	COMB1	Combination	-4885.76	-86.44	34806.08	93.48	-5618.1	19.16
56	COMB1	Combination	-4879.79	141.74	33835.06	-163.61	-5614.12	-30.63
57	COMB1	Combination	-1052.81	-3.643E-13	23076.54	0.000000001787	-1189.46	-3.364E-13
58	COMB1	Combination	-4879.79	-141.74	33835.06	163.61	-5614.12	30.63
59	COMB1	Combination	-4885.76	86.44	34806.08	-93.48	-5618.1	-19.16
60	COMB1	Combination	-769.41	423.78	17862.92	-410.94	-854.37	-7
61	COMB1	Combination	-123.88	1284.75	27006.14	-1396.49	-209.53	-2.38
65	COMB1	Combination	-143.58	0.00000001351	33619.35	0.00000001189	-245.03	8.229E-15

Record: 1 of 17

Add Tables... Done

Gambar 5.1. Gaya-gaya dalam pada setiap perletakan pondasi

- d. Jika ingin memindah output hasil gaya-gaya dalam pada semua reaksi perletakan, pilih *File > Export All Table > To Excel*

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Export Current Table

Display Current Table

Print Current Table as Text File

Export All Tables

Display All Tables

Print All Tables as Text File

Save Current Table Format to Table Formats File

Save All Table Formats to Table Formats File

Apply Format from File to Current Table

Apply Formats from File to All Tables

Add Tables

Remove Current Table

Close Form

Joint Reactions

F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
To Excel	85.65	-410.36	793.19	20.67
To Access	85.65	-92.98	5498.71	29.64
6	3.33	164.89	5485.6	-37.48
7	20618.26	-6.137E-13	1070.13	-3.999E-13
8	142.72	31513.33	-164.89	5485.6
9	-86.34	32490.56	92.98	5498.71
10	-423.71	154.35.65	410.36	793.19
11	-1284.75	27006.14	1396.49	-209.53
12	-423.78	17862.92	410.94	-854.37
13	-86.44	34806.08	93.48	-5618.1
14	141.74	33835.06	-163.61	-5614.12
15	-3.643E-13	23076.54	0.000000001787	-1189.46
16	-141.74	33835.06	163.61	-5614.12
17	86.44	34806.08	-93.48	-5618.1
18	423.78	17862.92	-410.94	-854.37
19	1284.75	27006.14	-1396.49	-209.53
20	1284.75	27006.14	-1396.49	-209.53
21	-143.58	0.00000001351	33619.35	0.00000001189
22				-245.03
23				8.229E-15

Record: 1 of 17

Add Tables... Done

Gambar 5.2. Tampilan proses ekspor output ke MS. Excel

5.3. Penulangan Pondasi

Untuk keperluan praktis perencanaan tulangan pada pondasi *foot plate*, maka gaya-gaya dalam yang digunakan adalah yang paling maksimum dengan tahapan sebagai berikut :

- Berdasarkan tabel hasil output gaya-gaya dalam, diperoleh momen maksimum sebesar 5498,71 kgm sedangkan gaya aksial maksimum sebesar 34806,08 kg.
- Menghitung tegangan yang terjadi pada pondasi yang nilainya harus lebih rendah dari tegangan tanah. Untuk menghitung tegangan pada pondasi terlebih dahulu dihitung total gaya aksial yang bekerja pada pondasi dengan cara seperti disajikan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Perhitungan gaya total yang bekerja pada pondasi serta tegangan pondasi & tanah

No	Uraian	Parameter					Berat (Kg)
		c	p (m)	l (m)	t (m)	δ (kg/m ³)	
1	Berat pondasi beton	1	1.5	1.5	0.3	2400	1620.00
2	Berat kolom	1	0.45	0.45	1	2400	486.00
3	Berat tanah	0.88	1.5	1.5	1	1700	2333.25
4	Pu						34806.08
Jumlah (V total)							39245.33
No	Jenis tegangan	b (m)	L (m)	A (m ²)	V total (Kg)	M total (Kgm)	δ (kg/m ²)
1	Tegangan pondasi maksimum	1.5	1.5	2.25	39245.33	5497.81	27216.25
2	Tegangan pondasi maksimum	1.5	1.5	2.25	39245.33	5497.81	7668.48
3	Tegangan tanah						20000.00
Tegangan tanah > Tegangan pondasi							OK

Keterangan :

c = koefisien pengali, kecuali pada berat tanah merupakan volume pondasi beton dan kolom

22

p = panjang pondasi (m)

l = lebar pondasi (m)

t = tebal pondasi (m)

A = luas pondasi (m²)

δ = berat jenis beton dan tanah (kg/m³)

V_{total} = jumlah gaya berat(Kg)

M_{total} = momen pada pondasi (Kgm)

$$\delta = \text{tegangannya pondasi dan tanah (kg/m}^2\text{)}$$

$$= \frac{V_{total}}{A} \pm \frac{M_{total}}{\frac{1}{6}b.L^2}$$

- c. Kemudian dihitung tulangan lentur dan susut seperti pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Perhitungan tulangan lentur dan susut pada Pondasi *Footplate*.

No	Jenis tulangan	Mn (Nmm)	Rn	m	ρ	ρ_{pakai}	As _{perlu} (mm ²)	Tulangan		As _{ada} (mm ²)
								dia (mm)	jarak (mm)	
1	Tulangan Lentur	1200000	0.0192	14.117647	5E-05	0.0038	950	16	200	1005.714
2	Tulangan Susut	t _{pondasi} (m)		1/2.t _{pondasi} (m)	ρ_{pakai}	As _{perlu} (mm ²)	Tulangan		As _{ada} (mm ²)	
		500	250	0.0018			450	12		200

- Menghitung Mn, Rn, m dan ρ dengan uraian sebagai berikut :

- o $Mn = \frac{Mu}{\phi}$
- o $Rn = \frac{Mn}{b.d^2}$
- o $m = \frac{fy}{0,88.f'c}$
- o $\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}} \right]$

- Cek nilai ρ , jika nilai $\rho \leq \rho_{minimum}$; maka digunakan nilai $\rho_{minimum}$. Jika nilai $\rho \geq \rho_{maksimum}$; maka digunakan nilai $\rho_{maksimum}$.

- Menghitung luas tulangan perlu (As_{perlu}) :

- $As_{perlu} = \rho.b.d$

- Tentukan diameter tulangan dan jarak antar tulangan.

- Cek luas tulangan ada (As_{ada}) :

- $As_{ada} = \frac{1}{4} . \pi . d^2 . 1000 / \text{jarak antar tulangan}$.

- jika nilai As_{perlu} \leq As_{ada}; maka diameter tulangan dan jarak tulangan sudah memenuhi syarat.

Bab 6

Perencanaan Tangga

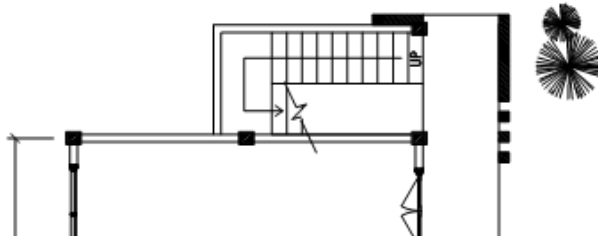
6.1. Data-data Perencanaan

Pada perencanaan tangga, ⁵ data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan adalah :

Mutu Beton ($f'c$)	: 20 Mpa
Mutu Baja (f_y)	: 240 Mpa
Tebal plat tangga	: 12 cm
Tebal plat bordes	: 15 cm



Gambar. 6.1. Tampak depan gedung



Gambar. 6.2. Denah tangga

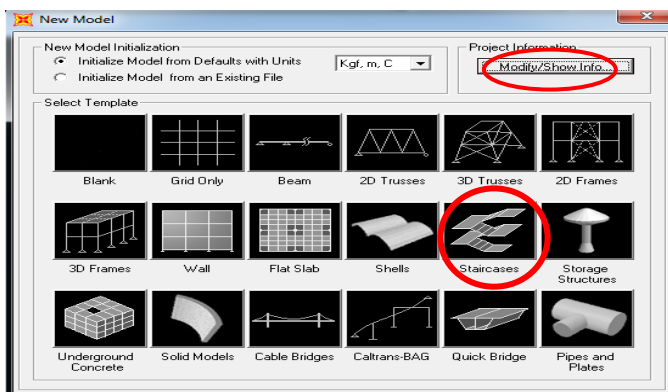
Data-data tambahan dimensi tangga sebagai berikut :

- Tinggi tangga (H) : 3 m
- Lebar tangga (OW) : 1 m
- Tebal plat tangga : 12 cm
- Panjang tangga (SPL) : 3 m
- Panjang bordes (RWL) : 1 m

6.2. Input Data Material dan Dimensi Tangga

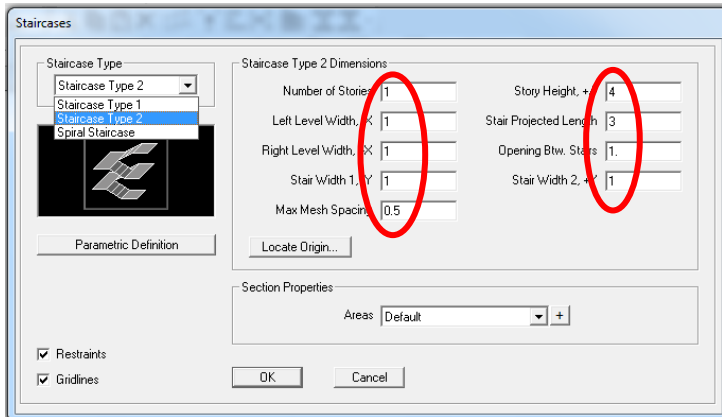
1. Pilih menu *File > New Model*

Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog *New Model* seperti Gambar 6.3. Pada kotak dialog *New Model*, unit satuan dirubah kgf, m, C kemudian pilih *Staircases*.



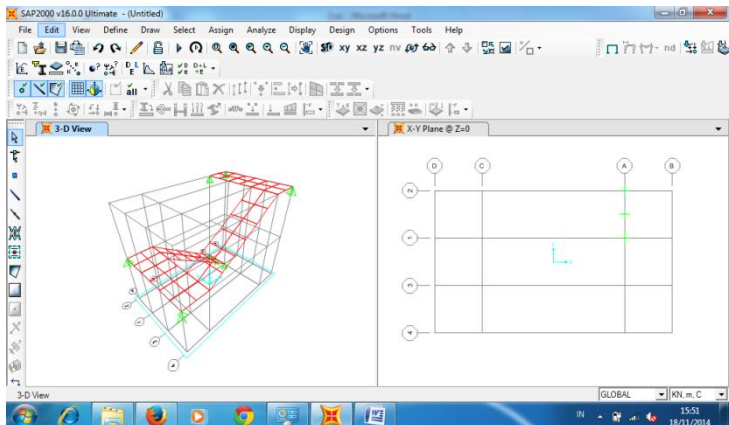
Gambar 6.3. Pilihan model pada template

- Pilih Staircase Type-2 kemudian masukkan nilai H, LLW, RLW, SPL, SW1, SW2, OW sesuai dengan gambar tangga. Jika selesai pilih OK.



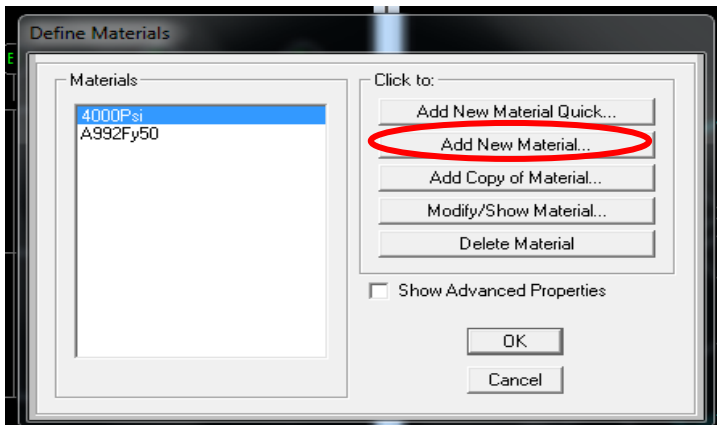
Gambar 6.4. Pengisian parameter dimensi tangga

- Kemudian terlihat tampilan 2D dan 3D tangga.



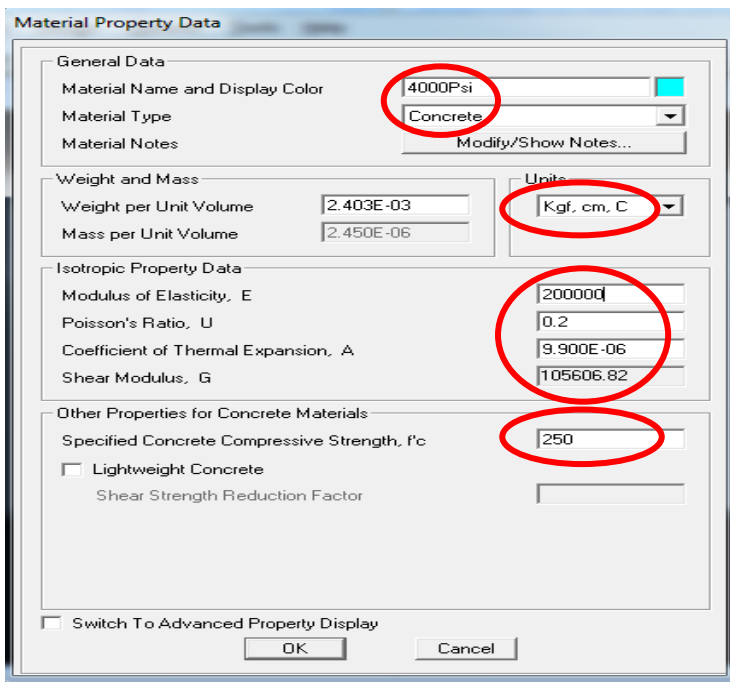
Gambar 6.5. Tampilan 2D dan 3D

- Pilih menu *Define > Materials > Modify/Show Material*. Unit satuan dirubah menjadi Kgf, cm, C.



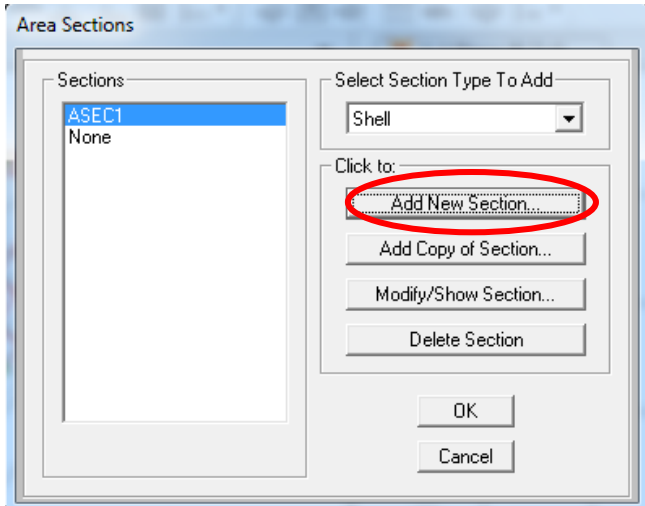
Gambar 6.6. Pemilihan material baru

Isi dan ubah parameter sesuai dengan jenis material, Jika selesai klik *OK*.



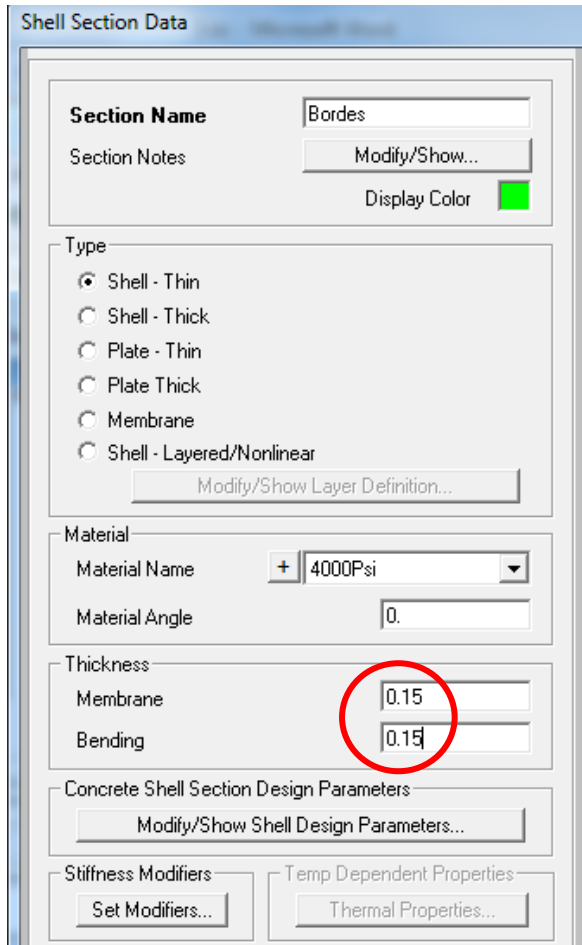
Gambar 6.7. Pengisian data-data material

5. Penentuan dimensi bordes dan tangga pada elemen struktur tangga dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut :
Pilih menu *Define > Section Properties > Area Section*.
Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Frame Properties* seperti Gambar 6.7.



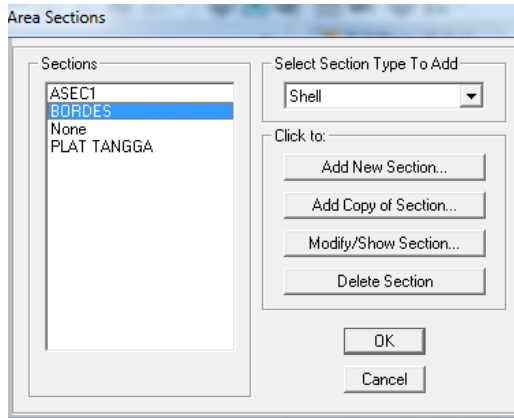
Gambar 6.7. Kotak dialog area sections

6. Klik ikon *Add New Section*
Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Shell Section Data Property* seperti pada Gambar 6.8. Pada ikon *Section Name* ketik *BORDES*. Pada ikon *Thickness* ketik *membrane = 0,15* m dan *Bending = 0,15* m kemudian klik *OK*.
7. Klik ikon *Add New Section*
Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Shell Section Data Property* seperti pada Gambar 6.8. Pada ikon *Section Name* ketik *PLAT.*, pada ikon *Thickness* ketik *membrane = 0,12* m dan *Bending = 0,12* m kemudian klik *OK*.

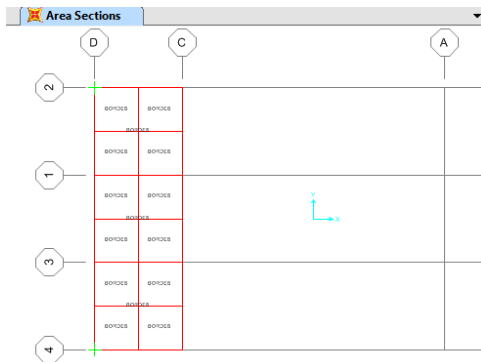


Gambar 6.8. Kotak dialog *add frame section property*

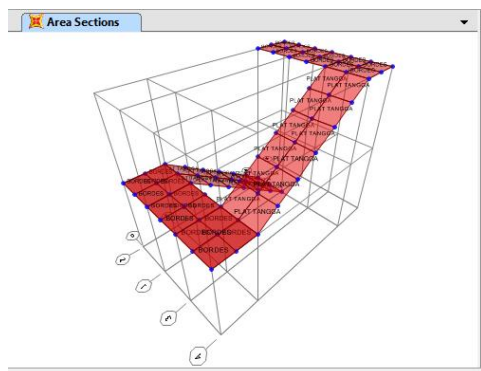
8. Selanjutnya pada tampilan 2 Dimensi $X\text{-}Y\text{ Plane@ }Z=2$ blok semua BORDES, kemudian Assign>Area>Sections sehingga tampil kotak dialog Area Section. Pilih BORDES lalu klik OK.
9. Selanjutnya pada tampilan 3 Dimensi blok semua PLAT TANGGA kemudian pilih Assign>Area>Sections sehingga tampil kotak dialog Area Section. Pilih PLAT TANGGA lalu klik OK.



Gambar 6.9. Kotak dialog area section

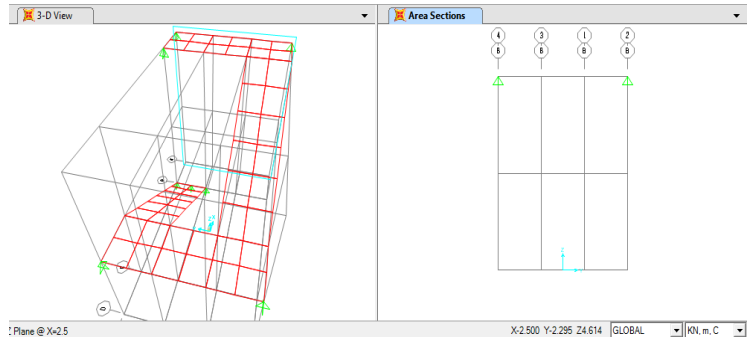


Gambar 6.9. Hasil pendefinisian BORDES



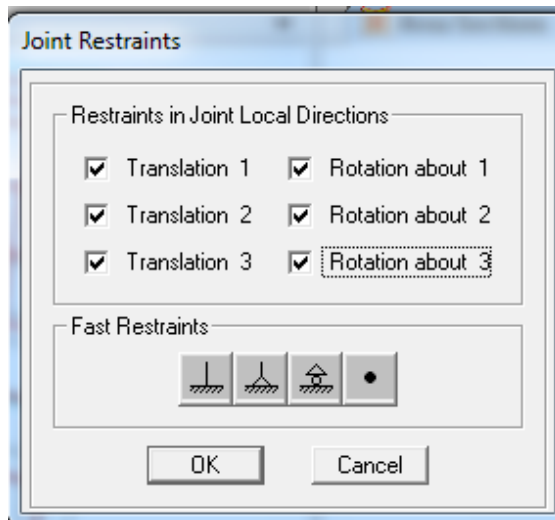
Gambar 6.10. Hasil pendefinisian PLAT TANGGA

10. Pada toolbar pilih Set YZ View untuk merubah tumpuan pada BORDES menjadi jepit, sehingga diperoleh tampilan seperti gambar 6.11.

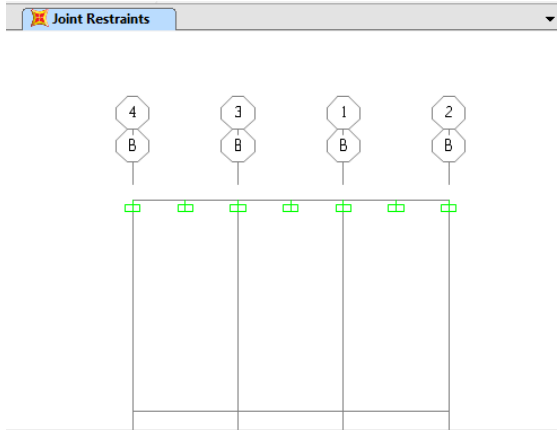


Gambar 6.11. Tampilan 3D dan 2D tumpuan pada BORDES

11. Kemudian klik semua perletakan pada BORDES, pilih Assign<Joint<Restraints sehingga tampil kotak dialog seperti pada gambar 6.12. Pilih *Rotation about 1,2,3* kemudian klik klik OK.



Gambar 6.12. Kotak dialog Joint Restraints

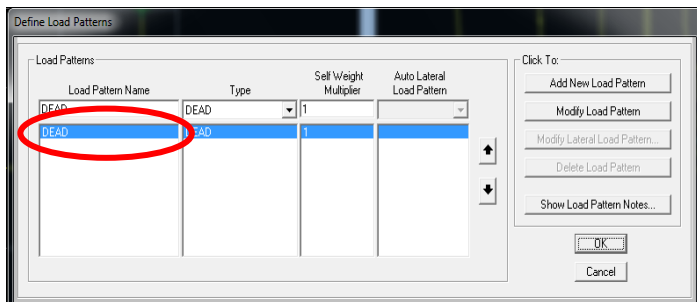


Gambar 6.13. Tampilan 2D Joint Restraints

6.3. Input Data Pembebanan

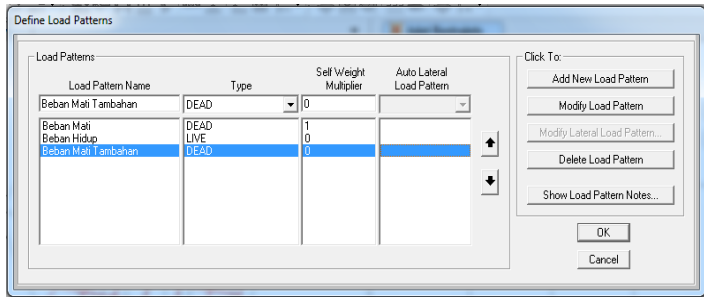
Dalam menentukan pembebanan pada tangga dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pilih menu *Define > Load Pattern*, selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Define Load Pattern* seperti Gambar 6.14.



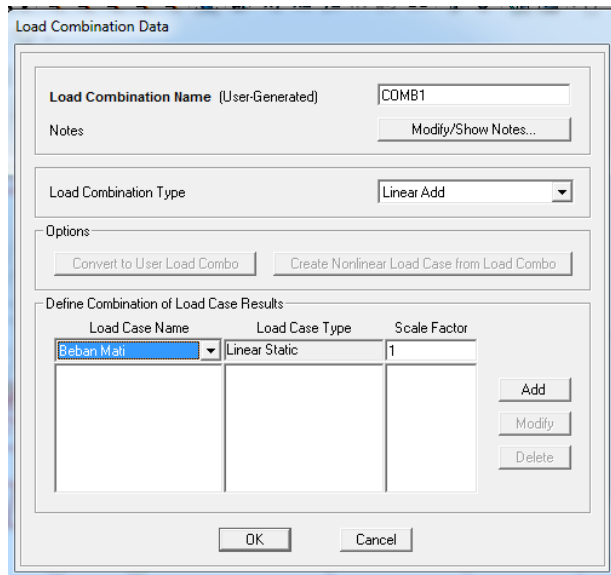
Gambar 6.14. Penentuan jenis beban pada tangga

2. Pada kotak masukan *Load Pattern Name*, isikan beban mati *Type* pilih *DEAD*, pada *Modify Load Pattern* ketik 1 kemudian klik *Add New Load Pattern*
3. Lakukan hal yang sama pada *Beban Mati Tambahan* dan *Beban Hidup*, Namun pada *Modify Load Pattern* ketik 0 kemudian klik *Add New Load Pattern* kemudik klik *OK*.



Gambar 6.12. Pendefinisian beban mati dan beban hidup

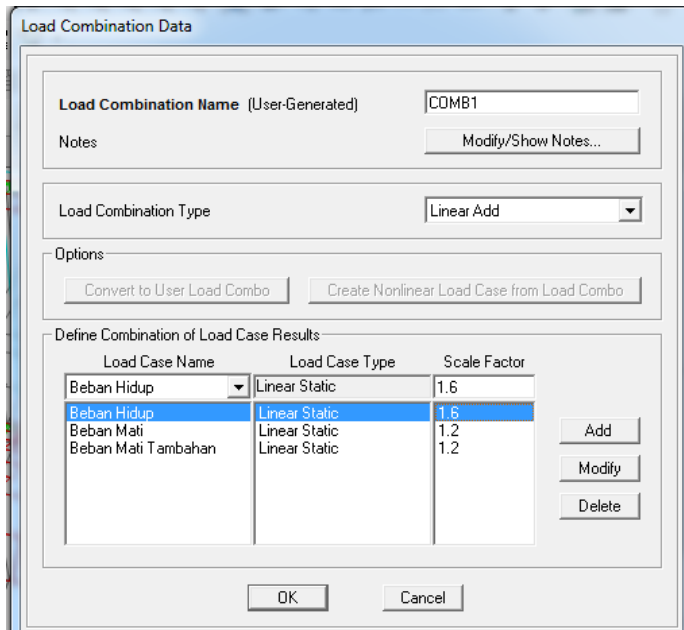
2. Pilih menu *Define > Load Combination > Add New Combo*. Selanjutnya ditampilkan kotak dialog *Load Combination Data* seperti Gambar 6.13.



Gambar 6.13. Kotak dialog kombinasi pembebanan

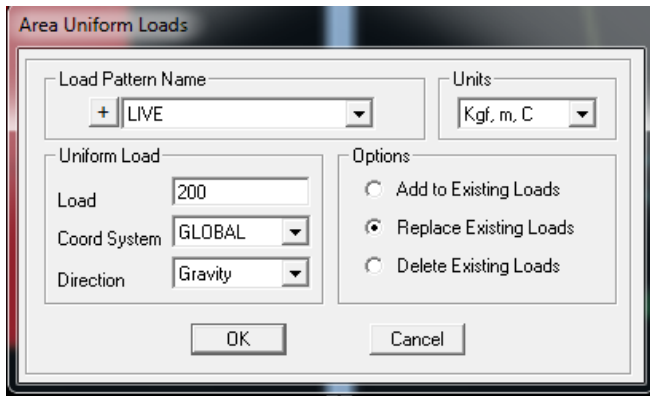
5. Pada kotak masukan *Load Combination Name*, ketik COMB1 pada *Load Case Name*, pilih *Beban Mati* dan menu kotak *Scale Factor* isikan angka 1,2. Klik *Add*.

6. Selanjutnya pada *Load Case Name*, pilih Beban Mati Tambahan dan menu kotak *Scala Factor* isikan angka 1,2 Klik *Add*. Pada *Load Case Name*, pilih Beban Hidup dan menu kotak *Scala Factor* isikan angka 1,6 Klik *Add* dan Klik *OK*.



Gambar 6.14. Penentuan beban kombinasi pada tangga

7. Beban yang terjadi pada plat meliputi Beban Hidup, Beban Mati (beban PLAT TANGGA dan BORDES) dan Beban Mati Tambahan (keramik, spesi dan pasir urug). Adapun langkah-langkahnya adalah :
- Pilih plat tangga yang akan diberi beban lalu pilih menu *Assign > Area load > Unifrom (Shell)*.
 - Selanjutnya masukkan Beban Hidup sebesar 250 kg/m^2 , kemudian klik *OK* seperti dalam Kotak Dialog dalam Gambar 6.15.
 - Dengan cara yang sama dimasukkan Beban Mati Tambahan sebesar 120 kg/m^2 .
 - Lakukan hal yang sama pada BORDES.

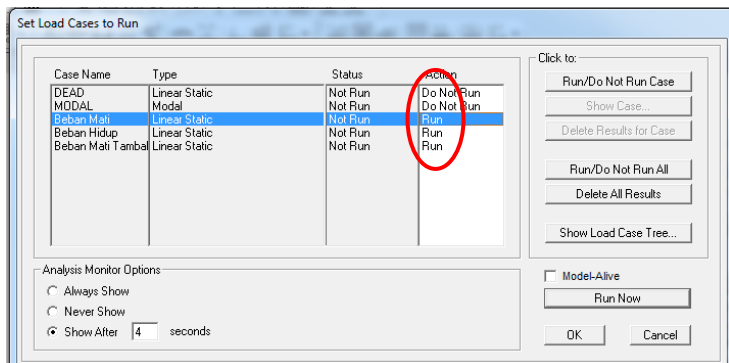


Gambar. 6.15. Tampilan input beban hidup pada tangga

6.4. Analisis Struktur Tangga

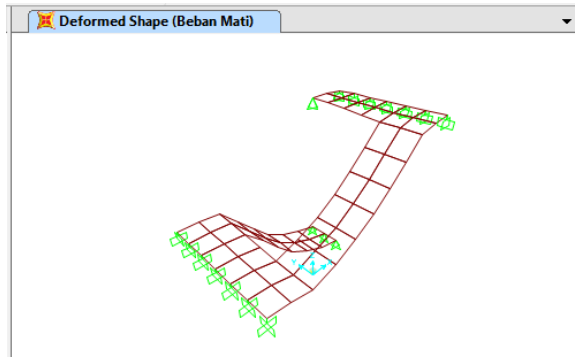
Setelah semua beban telah dimasukkan pada plat tangga dan bordes, maka analisa sudah siap dilakukan. Langkah pertama adalah :

- 2 a. Pilih menu *Analyze > Run Analyze*
- b. Pada menu *Set Load Cases to Run* pastikan kolom *Action* dalam posisi *Run* semua
- c. Klik *Run Now*




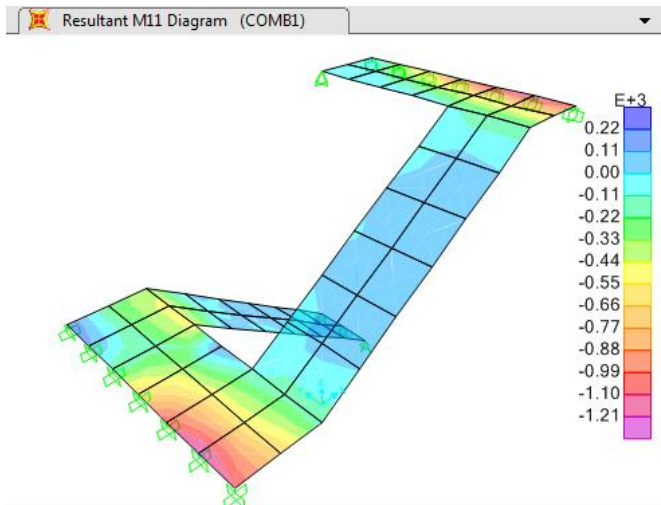
Gambar. 6.16. Proses *Run Analysis*

- d. Setelah *running* telah berjalan maka SAP2000 menunjukkan struktur tangga yang telah berdeformasi akibat beban yang bekerja.

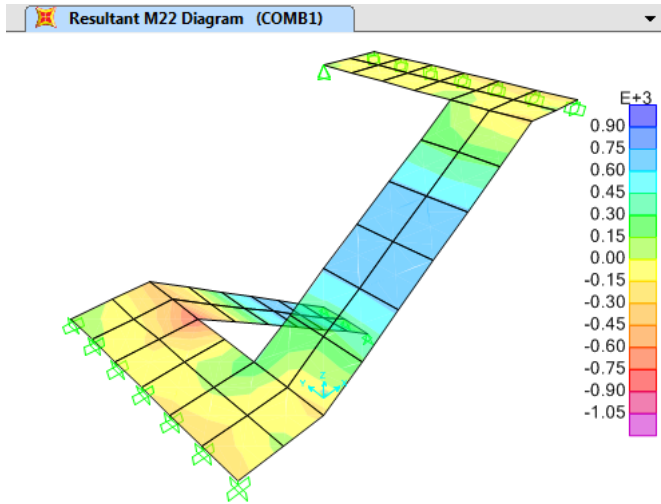


Gambar 6.17. Hasil deformasi pada struktur tangga

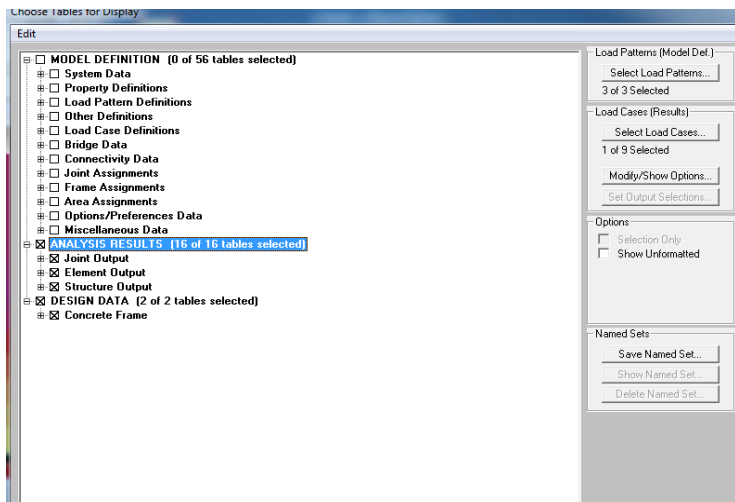
- e. Untuk mengetahui gaya-gaya dalam seperti momen dan gaya geser klik *show forces / shells*  .
- f. Kemudian pilih M11 dan M22, sehingga diperoleh tampilan seperti gambar 6.17 dan 6.18.
- g. Untuk mengetahui nilai momen tumpu dan lapangan baik arah X dan arah Y dilakukan dengan pilih *Display<Show Tables*. Sehingga tampil kotak dialog pada gambar 6.18. kemudian klik OK.



Gambar 6.17. Tampilan hasil momen M11



Gambar 6.18. Tampilan hasil momen M22



Gambar 6.19. Kotak dialog untuk menampilkan hasil gaya-gaya dalam pada struktur Tangga

Element Joint Forces - Areas

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

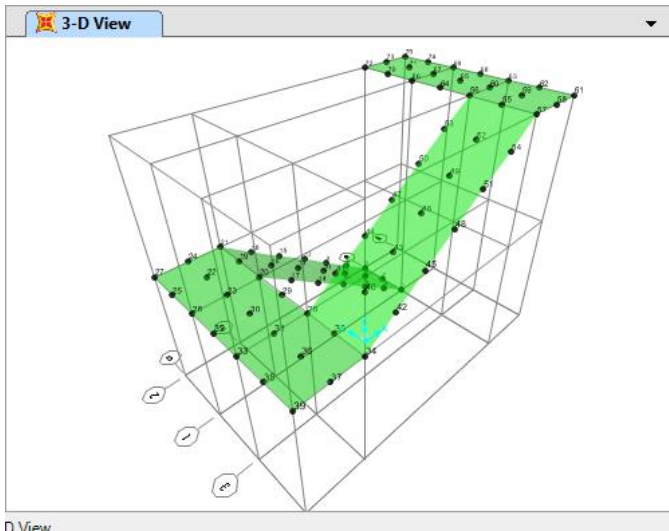
Element Joint Forces - Areas

Joint Text	Output Case Text	Case Type Text	F1 N	F2 N	F3 N	M1 N-mm	M2 N-mm	M3 N-mm
1	COMB1	Combination	-10326.77	1758.01	10493.00	000000005496	000000003302	000000001232
2	COMB1	Combination	-13660.05	-3044.87	11135.88	40684.33	-15.07	-12333.71
3	COMB1	Combination	12193.48	-322.66	-9209.31	22578.32	1111953.35	-33925.63
4	COMB1	Combination	-11793.34	1608.52	-10091.82	-15655.82	1124958.39	43594.07
2	COMB1	Combination	-14520.72	1606.65	-11849.15	40684.33	-15.07	12333.71
5	COMB1	Combination	-13085.24	-4930.47	16192.64	000000001696	000000002591	000000001334
6	COMB1	Combination	15864.45	290.77	-12664.57	-7168.01	1124958.71	10397.22
3	COMB1	Combination	17741.5	3033.05	-13049.46	-26301.81	1111994.22	28794.22
4	COMB1	Combination	-11793.34	-1609.52	10091.82	15655.82	-1124958.39	43594.07
3	COMB1	Combination	-15877.63	-1134.15	11532.34	71151.68	-1111936.99	-37137.51
7	COMB1	Combination	12873.7	1640.32	-8851.33	48150.38	1646950.87	-59460.53
8	COMB1	Combination	14597.27	1103.36	-10445.07	21033.21	1663092.45	22874.59
3	COMB1	Combination	-14257.35	-1576.24	10726.43	-67428.18	-112010.58	42278.92
6	COMB1	Combination	-15864.45	-290.77	12664.57	7168.01	-1124958.71	-10397.22
9	COMB1	Combination	14140.2	1070.52	-10008.9	1658.42	1663087.47	6719.93
7	COMB1	Combination	15981.61	796.49	-11054.34	-64957.85	1646841.37	32775.52
8	COMB1	Combination	-14597.27	-1103.36	10445.07	-21033.21	-1663092.45	-22874.59
7	COMB1	Combination	-16318.01	-1185.63	11146.77	73010.54	-1647026.3	-34933.39
10	COMB1	Combination	13878.98	1127.02	-8689.44	87479.43	1601035.3	-9437.27
11	COMB1	Combination	17036.3	1161.97	-10574.64	-23185.66	1617969.41	-7777.29

Record: 1 of 192

Add Tables... Done

Gambar 6.20. Output gaya-gaya dalam pada struktur tangga



Gambar 6.21. Display label joint pada tampilan 3D

Untuk merencanakan tulangan pokok pada struktur tangga dilakukan tahapan sebagai berikut :

- a. Merubah satuan momen (M_u) dari Kgm menjadi Nmm dengan mengalikan dengan angka 10^4
- b. Menghitung M_n , R_n , m dan ρ dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$
$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$
$$m = \frac{f_y}{0,88 \cdot f'_c}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

- c. Cek nilai ρ , jika nilai $\rho \leq \rho_{\text{minimum}}$; maka digunakan nilai ρ_{minimum} . Jika nilai $\rho \geq \rho_{\text{maksimum}}$; maka digunakan nilai ρ_{maksimum} .
- d. Menghitung luas tulangan perlu ($A_{s \text{ perlu}}$) :
 $A_{s \text{ perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$
- e. Tentukan diameter tulangan dan jarak antar tulangan.
- f. Cek luas tulangan ada ($A_{s \text{ ada}}$) :
 $A_{s \text{ ada}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 1000 / \text{jarak antar tulangan}$.
- g. jika nilai $A_{s \text{ perlu}} \leq A_{s \text{ ada}}$; maka diameter tulangan dan jarak tulangan sudah memenuhi syarat.

Adapun nilai momen dan hasil penulangan pada plat tangga dan bordes disajikan pada tabel 6.1.

Tabel 6.1. Hasil momen arah X dan arah Y termasuk hasil tulangan pokok pada plat tangga dan bordes

No	Jenis Momen	Mu	Mn	Rn	m	ρ	Pakai	As _{perlu}	Tulangan		As _{ada}
		Nmm	Nmm					mm ²	Dia (mm)	Jarak (mm)	mm ²
A PLAT TANGGA											
1	Tulangan Pokok-X	1850800	2313500	0.3128	14.1176	0.0013	0.0025	250.00	10	- 250	314.286
2	Tulangan Pokok-Y	1695900	2119875	0.2866	14.1176	0.0012	0.0025	250.00	10	- 250	314.286
B BORDES											
1	Tulangan Pokok-X	3044800	3806000	0.2828	14.1176	0.0012	0.0025	250.00	10	- 250	314.286
2	Tulangan Pokok-Y	1074500	1343125	0.0998	14.1176	0.0004	0.0025	250.00	10	- 250	314.286

Dalam arah tegak lurus tulangan pokok harus disediakan tulangan bagi (demi tegangan suhu dan susut).

Untuk $f_y = 240$

Nilai A_s adalah : $A_s = \frac{0,25 \cdot b \cdot h}{100}$

Maka :

a. Untuk plat tangga :

$$A_s = \frac{0,25 \times 1000 \times 120}{100}$$

$$= 300 \text{ mm}^2$$

Diperlukan tulangan D10 – 250 = 314,28 mm² > 300 mm²

b. Untuk bordes :

$$A_s = \frac{0,25 \times 1000 \times 150}{100}$$

$$= 375 \text{ mm}^2$$

Diperlukan tulangan D10 – 200 = 392,86 mm² > 375 mm²

DAFTAR PUSTAKA

Anonim 2010. **Video Tutorial SAP 2000**. Bamboomedia, Bali.

Darmadi, Ir. MM. **Modul-SAP 2000**. <https://darmadi18.wordpress.com>.
Diakses pada tanggal 10 Juni 2014.

Gunawan, Ir. Rudy. 1988. **Tabel Profil Konstruksi Baja**. Kanisius,
Yogyakarta

Kusuma, Ir. Gideon H., M.Eng dan Dr. Ir. Takim Andriono. 1996. **Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa**. Erlangga, Jakarta.

Pramono, Handi, dkk. **Desain Konstruksi Plat dan Rangka Beton Bertulang dengan SAP 2000 Vr.09**. Andi, Yogyakarta

Vis, Ir. W.C. dan Ir. Gideon H. Kusuma, M.Eng. 1993. **Dasar-dasar Perencanaan Beton bertulang**. Erlangga, Jakarta.

Vis, Ir. W.C. dan Ir. Gideon H. Kusuma, M.Eng. 1993. **Grafik dan Tabel Perhitungan Beton bertulang**. Erlangga, Jakarta.



Nanang Saiful Rizal, ST., MT., lahir di Lumajang 5 April 1978. Pendidikan SD Curah Petung 01, SMPN 3 dan SMAN 2 ditempuh di Kota Kelahiran dan pada tahun 1995 melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Pengairan (Sipil Hidro) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, yang diselesaikan pada tahun 1999. Pada tahun 2004 melanjutkan studi S2 dengan Beasiswa Dirjen DIKTI Kemendikbud RI di Program Studi Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang, yang diselesaikan pada tahun 2006. Sejak tahun 2001 diterima sebagai staff pengajar di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Jabatan yang pernah diemban diantaranya sebagai Kepala Laboratorium Teknik Sipil, Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jember.

Disamping mengajar di Jurusan Teknik Sipil juga aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta membimbing mahasiswa dalam program kreativitas mahasiswa (PKM) dan Pekan Ilmiah Nasional (PIMNAS). Beberapa kegiatan penelitian yang telah dilakukan yang didanai Kemendikbud adalah Penelitian Dosen Pemula, Penelitian Hibah Bersaing, Penelitian Strategis Nasional dan Penelitian MP3EI. Dalam kegiatan pengabdian diantaranya dalam program Ipteks bagi Masyarakat (IbM), Ipteks bagi Inovasi dan Kreatifitas Kampus (IbIKK), Program Hi Link, KKN Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (PPM) dan Iptekda LIPI.

Selain itu juga terlibat dalam kegiatan profesi diantaranya: IATPI, HATHI, ASTTI dan asosiasi profesi lainnya.

Dengan kemajuan komputerisasi,
rekayasa di bidang teknik sipil lebih mudah dan cepat.
Termasuk dalam perencanaan
struktur bangunan.

Melalui buku ini akan dijelaskan bagaimana
merencanakan struktur bangunan secara praktis,
mudah dan cepat serta langsung aplikatif sesuai
kebutuhan dalam perencanaan struktur bangunan
dengan program SAP 2000 Vr.16.

**Buku ini disajikan dalam 6 Bab, yaitu perencanaan kuda-
kuda, baja ringan, portal, plat, pondasi bangunan
dan perencanaan tangga.**

**Setiap Bab dapat dipelajari dalam waktu 1 jam,
kemudian latihan soalnya 1 jam sehingga materi ini
dapat dikuasai oleh siswa & mahasiswa
dalam waktu 24 Jam**



● **10% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 8% Internet database
- Crossref database
- 6% Submitted Works database
- 1% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Universitas Merdeka Malang on 2022-10-18 Submitted works	1%
2	docplayer.info Internet	1%
3	repository.unmuhjember.ac.id Internet	<1%
4	mafiosodeciviliano.com Internet	<1%
5	repository.its.ac.id Internet	<1%
6	eprints.uns.ac.id Internet	<1%
7	text-id.123dok.com Internet	<1%
8	scribd.com Internet	<1%

9	kampustekniksipil.home.blog	Internet	<1%
10	North South University on 2021-10-01	Submitted works	<1%
11	id.scribd.com	Internet	<1%
12	idoc.pub	Internet	<1%
13	123dok.com	Internet	<1%
14	Politeknik Negeri Bandung on 2017-08-10	Submitted works	<1%
15	agathaezwin.blogspot.com	Internet	<1%
16	ejournal.unsrat.ac.id	Internet	<1%
17	Udayana University on 2016-02-23	Submitted works	<1%
18	Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada on 2022-07-11	Submitted works	<1%
19	University of Malaya on 2020-02-10	Submitted works	<1%
20	eprints.uad.ac.id	Internet	<1%

21	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2020-...	<1%
	Submitted works	
22	arafuru.com	<1%
	Internet	
23	ejurnal.univbatam.ac.id	<1%
	Internet	
24	eprints.itn.ac.id	<1%
	Internet	
25	St. Ursula Academy High School on 2022-10-30	<1%
	Submitted works	
26	Universitas Atma Jaya Yogyakarta on 2016-07-14	<1%
	Submitted works	
27	repository.ub.ac.id	<1%
	Internet	
28	Universitas Islam Indonesia on 2017-12-27	<1%
	Submitted works	
29	Universitas Islam Indonesia on 2021-08-20	<1%
	Submitted works	
30	Universitas Merdeka Malang on 2022-10-17	<1%
	Submitted works	
31	adoc.pub	<1%
	Internet	
32	repository.ummat.ac.id	<1%
	Internet	

33	scienceofgeography.blogspot.com Internet	<1%
34	sipilusm.wordpress.com Internet	<1%
35	bappeda.jogjaprov.go.id Internet	<1%

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Manually excluded sources
- Quoted material
- Small Matches (Less than 10 words)

EXCLUDED SOURCES

nanangsaifulrizal78.blogspot.com

Internet

25%