

ANALISIS KAPASITAS BALOK DAN PELAT LANTAI PADA PROYEK GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN ARTNZ-GEISE TAHAP II PARAHYANGAN UNIVERSITAS PARAHYANGAN - BANDUNG

Arwina Nursanti, Indartono Rivai, Tri Rahmat

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Jayabaya Jakarta
Indonesia 13710

ABSTRACT

The design of beams and floor slabs of a building is very important, that is, one of the building structures that functions as a load bearing and the forces acting on the beams and transmitting them to the column. The design of the beams and floor plates of a building is very important, which is one of the building structures that functions as a load bearing and the forces acting on the beams and the building on the column. In the second phase of the ARTNZ GEISE Learning Center Building Project, Parahyangan University, Bandung, the author wants to know how to analyze the capacity of beams and floor slabs in a project, and how many results the capacity of beams and floor plates are obtained in the analysis of this calculation. The research begins by studying the basic theory of literature study. Data collection is then carried out modeling using the SAP 2000 program to analyze the structure being reviewed. Analysis using SAP 2000 makes it easy to calculate the capacity of a structure, by defining the drawings, materials, and building loads into the system, you will immediately know the capacity of the structure. Based on the results of the SAP 2000 analysis, different moment values were obtained in the beam. Likewise, the results of the analysis of different floor plates are influenced by the area of the load received and the location of the floor plates. In this study also found differences in the calculation of SAP 2000 against the actual data in calculating the capacity of beams and floor plates.

Keywords : beam, plates, capacity

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Suatu bangunan gedung bertingkat sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Karenanya diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), umur rencana bangunan (*durability*) dan ekonomis (*cheap*). Beban-beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (dead load), beban hidup (live load), beban khusus, beban gempa (earthquake) dan beban angin (wind load) menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur.

Pada sistem structural yang ada di gedung, elemen balok adalah salah satu elemen yang paling banyak digunakan dengan pola berulang. Berkaitan dengan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk menganalisis kembali perhitungan balok beton bertulang pada Gedung Pusat Pembelajaran ARTNZ-GEISE Tahap II Universitas Parahyangan Bandung untuk membandingkan hasil analisis dengan perencanaan yang sudah ada apakah sudah sesuai dengan perencanaan bangunan. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mencoba untuk membahas mengenai "Analisis Struktur Balok dan Plat Lantai Pada Proyek Gedung Pusat Pembelajaran ARTNZ-GEISE Tahap II Universitas Parahyangan Bandung.

Rumusan Masalah

1. **Bagaimana** cara memperhitungkan kapasitas balok dan plat lantai gedung ?
2. **Berapa** kapasitas balok dan plat lantai berdasarkan data actual pada lantai gedung yang ditinjau ?
3. **Berapa** perbandingan kapasitas hasil balok dan plat lantai dengan data actual pada lantai gedung yang ditinjau ?

Tujuan Penelitian

1. **Mengetahui** cara menghitung kapasitas balok dan plat lantai gedung menggunakan program SAP2000.
2. **Mendapatkan** hasil kapasitas balok dan plat lantai dengan menggunakan SAP dari data actual pada lantai gedung yang ditinjau.
3. **Mendapatkan** perbandingan kapasitas hasil perhitungan balok dan plat lantai dengan menggunakan SAP dan data actual pada lantai gedung yang ditinjau.

Manfaat Penelitian

1. Untuk masyarakat luas yaitu dapat menjadi pembelajaran untuk dapat menganalisa balok dan plat lantai pada suatu struktur bangunan.
2. Untuk instansi / dunia industry yaitu dapat menjadi pembelajaran jika perusahaan mendapatkan tugas menganalisa suatu struktur plat dan lantai karna pada proyek mengalami masalah seperti gagal geser bahkan keruntuhan.
3. Untuk diri sendiri yaitu mahasiswa dapat melakukan Analisa struktur balok dan plat

lantai sehingga dapat bermanfaat didunia kerja nantinya.

LANDASAN TEORI

Struktur

Bangunan Terhadap Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya. Dengan demikian sistem bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut : beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok utama, beban balok utama didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi. Beban-beban yang bekerja pada struktur dapat digolongkan menjadi 5 (lima) macam (SNI BETON 2847-2002), yaitu : beban mati, beban hidup, beban khusus, beban angin, dan beban gempa.

Defenisi Struktur Balok

Balok merupakan elemen struktur yang memiliki fungsi memikul beban dengan arah tegak lurus terhadap sumbu longitudinal. Gaya-gaya dalam yang berasal dari suatu balok dengan pembebanan tegak lurus, yaitu berupa momen lentur dan gaya geser akibat momen lentur, pada bagian atas balok mengalami tegangan tekan dan bagian bawah mengalami tegangan tarik. Tegangan actual yang timbul pada balok tergantung pada besar dan distribusi material pada penampang melintang elemen struktur. Luas penampang dan distribusi beban merupakan hal yang

penting. Semakin tinggi suatu elemen, semakin kuat kemampuannya untuk memikul lentur. Variabel dasar yang penting dalam desain adalah besar beban yang ada, jarak antara beban-beban dan perilaku kondisi tumpuan balok.

Design Balok

Variabel utama dalam mendesign balok meliputi: bentang, jarak balok, jenis dan besar beban, jenis material, ukuran dan bentuk penampang serta cara penggabungan atau fabrikasi. Semakin banyak batasan design, maka semakin mudah dilakukan. Setiap design harus memenuhi kriteria kekuatan dan kekakuan untuk masalah keamanan dan kemampuan layan. Pendekatan design untuk memenuhi kriteria ini sangat bergantung pada material yang dipilih, apakah menggunakan balok kayu, baja atau beton bertulang.

Jenis-jenis Tegangan Yang Terjadi Pada Balok

a. Tegangan Tumpu

Tegangan tumpu (bearing stress) adalah tegangan yang timbul pada bidang kontak antara dua elemen struktur. Contohnya adalah tegangan yang terjadi pada ujung-ujung balok sederhana yang terletak di atas tumpuan ujung dengan dimensi tertentu.

b. Tekuk Lateral Pada Balok

Pada balok yang terbebani dapat terjadi tekuk lateral dan terjadi keruntuhan sebelum seluruh kekuatan penampang tercapai. Fenomena tekuk lateral pada balok serupa dengan yang terjadi pada rangka batang. Ketidakstabilan dalam arah lateral terjadi karena gaya tekan yang timbul di daerah atas balok, disertai dengan tidak

cukupnya kekakuan balok dalam arah lateral.

c. Tegangan Geser

Gaya Resultan dari tegangan geser, yaitu gaya geser internal (VR) sama besar, tetapi berlawanan arah dengan gaya geser eksternal (VE).

Tegangan geser maksimum pada penampang balok adalah 1,5 kali tegangan geser rata-rata penampang balok segiempat.

d. Tegangan Utama

Pada balok interaksi antara tegangan lentur dan tegangan geser dapat merupakan tegangan normal tekan atau tarik, yang disebut sebagai tegangan utama (principle stresses). Arah tegangan aksial ini pada umumnya berbeda dengan arah tegangan lentur maupun tegangan gesernya.

e. Defleksi

Defleksi pada bentang balok disebabkan karena adanya lendutan balok akibat beban. Defleksi pada suatu titik tergantung pada beban P atau W , panjang bentak balok L , dan berbanding terbalik dengan kekakuan balok.

f. Tegangan Lentur

Tegangan lentur yang bervariasi secara linier pada suatu penampang merupakan tanggapan atas aksi momen lentur eksternal yang ada pada balok di titik tersebut. Beban-beban luar yang bekerja pada struktur akan menyebabkan lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur yang terjadi pada balok merupakan akibat adanya regangan yang timbul karena adanya beban dari luar. Apabila beban luar yang bekerja terus bertambah, maka balok akan mengalami deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur di sepanjang bentang balok. Bila bebannya terus bertambah

sampai batas kapasitas baloknya, maka balok akan runtuh.

2.1 Definisi Pelat

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertical dari sistem struktur.

Pelat beton bertulang yaitu struktur yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegakan balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil baik sebagai bangunan lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan/ atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur, oleh karena itu pelat juga direncanakan terhadap beban lentur.

Tumpuan Pelat

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balok-balok dengan berbagai sistem sebagai berikut:

1. Monolit yaitu pelat dan balok di cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
2. Ditumpu dinding-dinding tembok bangunan.

3. Didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
4. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.

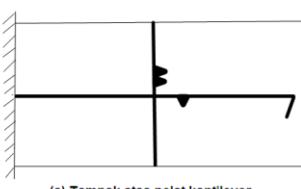
Sistem Penulangan Pelat

1. Penulangan Pelat Satu Arah

a. Konstruksi pelat satu arah akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever (luifel) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan.

Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah saja, yaitu searah bentang L , Maka tulangan pokok (pada saat pengcoran beton) tidak berubah dari tempat semula maka dipasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini lazim disebut tulangan bagi.

Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok dipasang dekat dengan tepi luar beton, sedangkan tulangan bagi dipasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok. Tepat pada lokasi persilangan tersebut, kedua tulangan diikat kuat dengan kawat benrat.

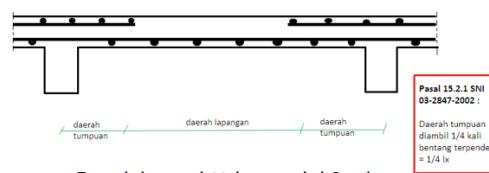


Gambar Detail plat 1 Arah

2. Penulangan Pelat Dua Arah

Konstruksi Pelat 2 arah akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang 2 arah. Contoh pelat 2 arah adalah pelat yang di tumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar.

Karena momen lentur bekerja pada 2 arah, yaitu searah dengan bentang (l_x), dan bentang (l_y), maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu tulangan lagi. Tetapi pada pelat di daerah tumpuan hanya bekerja momen lentur 1 arah saja, sehingga untuk daerah tumpuan ini tetap dipasang tulangan pokok dan bagi, seperti terlihat pada gambar dibawah. Bentang (l_y) selalu dipilih $>$ atau $=$ (l_x), tetapi momennya M_{ly} selalu $<$ atau $= M_{lx}$, sehingga tulangan arah (l_x) (momen yang besar) dipasang di dekat tepi luar



Tampak depan pelat tulangan pokok 2 arah

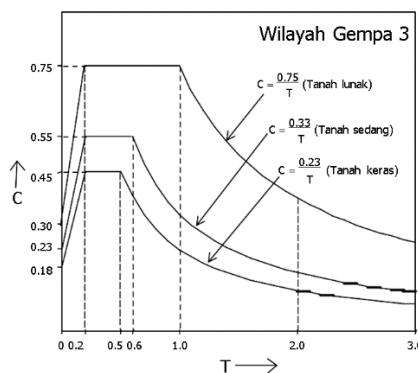
Gambar Detail plat 2 arah

Beban pada bangunan Gedung

Sistem pembebaan yang diperhitungkan dalam analisa beban pada gedung yaitu :

- a. Beban vertical
 - Beban mati, berupa berat sendiri struktur ditambah komponen – komponen lain yang berhubungan dan bersifat tetap.
 - Beban hidup, disebabkan penggunaan bangunan sesuai dengan fungsinya.

- b. Beban horizontal, berupa beban gempa. Sedangkan akibat beban angin tidak perlu diperhitungkan karena pengaruh beban gempa lebih besar. Dalam hal ini lokasi proyek ditinjau terletak di Bandung Jawa Barat, yang termasuk wilayah gempa 3.



Gambar Grafik wilayah gempa 3

Kombinasi yang digunakan penulis untuk Analisa perhitungan pada bangunan gedung yakni **1,2WD + 1,6WL + 0.5 R** (Menurut PBSBG,SNI 2847:2013)

Persyaratan yang digunakan dalam pembebanan yaitu :

- Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung SNI 03-2847-2013
- Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI-1727-2013
- Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987
- Perencanaan Ketahanan gempa untuk rumah dan gedung SNI 03-1726-2002

METODE PENELITIAN

Data Umum Proyek

Proyek ini merupakan proyek pembangunan Gedung Pusat Pembelajaran ARTNZ – GEISE Tahap II Bandung yang diperuntukkan untuk pelajar. Proyek ini sudah berjalan dari tahun 2018 dan direncanakan didirikan 2 tower yaitu tower utara dan selatan. Owner proyek tersebut dari Yayasan Universitas Katolik Parahyangan Bandung yang merupakan salah satu Badan Pelaksanaan Pusat Tingkat Universitas yang bertugas pokok membina dan menyelenggarakan fungsi ARTNZ – GEISE . Dan PT. Nusa Raya Cipta yang bertugas pokok dalam bidang gedung bertingkat untuk mengerjakan proyek ini. Titik koordinat lokasi proyek Pembangunan Pusat Pembelajaran ARTNZ – GEISE Tahap II Bandung adalah 6° 52' 32,2" S dan 107° 36' 19" E.



Gambar Lokasi proyek

3.1 Data Teknis Proyek

- Nama Proyek :
- Gedung Pusat Pembelajaran ARTNZ-GEISE Universitas Katolik Parahyangan Bandung (PPAG2)

3. Alamat Proyek :
4. Universitas Katolik Parahyangan Bandung, Jl.Ciumbuleuit No.94 Bandung.
5. Kategori Bangunan :
6. Fasilitas Pendidikan / Perguruan Tinggi / Akademi
7. Paket Pekerjaan :
8. Struktur, Arsitektur, MEP
9. Luas Lahan : 8.076 m^2
10. Luas Bangunan : 59.037 m^2
11. Tinggi Bangunan : 64,5 meter
12. Jenis Konstruksi : Beton bertulang
13. Jenis Pondasi : Pondasi *Raft*
14. Spesifikasi Bangunan : 14 lantai struktur , 3 Lantai Basement
15. Mutu beton : 25 Mpa (Balok dan Plat Lantai 4 s/d 12)
16. Mutu baja D10 & D13 : 520 Mpa
17. Mutu baja D \geq D16 : 420 Mpa

Data teknis balok yang di Analisa

a. Balok 30/75

1. Dimensi Balok : $300 (\text{b}) \times 750 (\text{h})$
2. Tulangan tumpuan
 - Tulangan Utama Atas : 6D25 + 2D32
 - Tulangan Utama Bawah : 5D25
 - Sengkang : D13-100
1. Tulangan lapangan
 - Tulangan Utama Atas : 4D25
 - Tulangan Utama Bawah : 5D25
 - Sengkang : D13-150

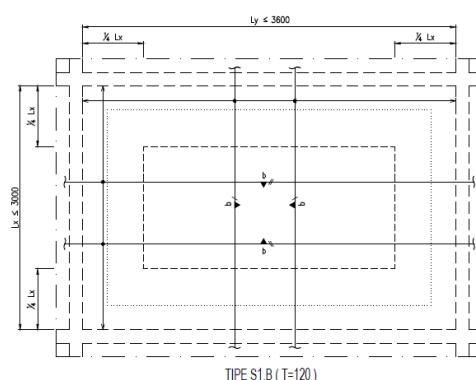
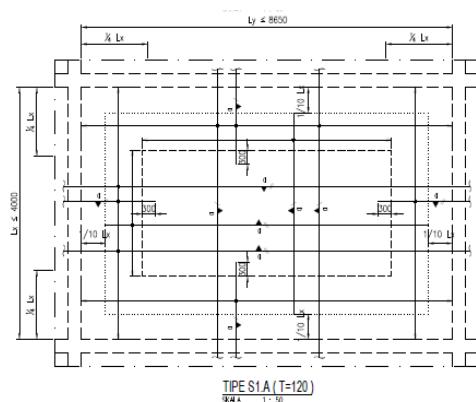
b. Balok 20/40

1. Dimensi Balok : $200 (\text{b}) \times 400 (\text{h})$

2. Tulangan tumpuan
 - Tulangan Utama Atas : 4D16
 - Tulangan Utama Bawah : 2D16
 - Sengkang : D10-200
3. Tulangan lapangan
 - Tulangan Utama Atas : 2D16
 - Tulangan Utama Bawah : 2D16
 - Sengkang : D10-200

Data teknis plat yang di analisa

- Tebal plat : 120 mm
- Type Tulangan (S1A) : D10 - 450
- Type Tulangan (S1B) : D10 - 450



Gambar Detail Tulangan Plat Lantai

Metode Pengambilan dan Analisis Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan studi ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

1. Tahapan pertama adalah melakukan review dan studi kepustakaan terhadap text book dan jurnal – jurnal yang terkait dengan pondasi tiang pancang dan pembebanan pada suatu bangunan.
2. Tahapan kedua adalah peninjauan langsung ke lokasi proyek dan pengambilan data – data yang dibutuhkan.
3. Tahap ketiga adalah menganalisis data dengan menggunakan data – data diatas berdasarkan formula yang ada. yaitu analisis struktur balok dan plat lantai gedung
4. Tahap kelima menganalisis terhadap hasil perhitungan yang dilakukan dan membuat kesimpulan.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Beban Bangunan

Beban Mati (Dead Load)

Berat sendiri struktur (Dead Load) seperti core, kolom, balok dan plat lantai, akan dihitung secara otomatis oleh SAP berdasarkan data dimensi dan karakteristik material yang direncanakan, disebut self weight dalam SAP 2000. Sedangkan beban

mati lainnya, akan dihitung berdasarkan PPPURG 1987, yang lebih bersifat arsitektural. Beban tambahan yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

- a. Keramik
= 24 kg/m^2
- b. Plester (2.5cm)
= $21 \times 2.5 = 52.5 \text{ kg/m}^2$
- c. Beban Plafond
= 20 kg/m^2

Total Beban tambahan
= 96.5 kg/m^2

Dinding pasangan $\frac{1}{2}$ bata
= 250 kg/m

Beban Hidup (Live Load)

Menurut PPPURG 1987, beban pada bangunan untuk fungsi Pendidikan, adalah sebesar :

- Lantai 1 – 12
= 250 kg/m^2
- Lantai Atap (13)
= 100 kg/m^2

4.1.1 Beban Gempa (Quake Load)

Analisis struktur terhadap beban gempa pada gedung dilakukan dengan metode analisis dinamik spektrum respon, dan besarnya beban gempa nominal terhadap struktur bangunan, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V = \frac{W.C.I}{R}$$

Dimana :

V = Beban Gempa

W = Berat bangunan

I = Faktor keutamaan struktur

R = Faktor reduksi gempa

C = Koefisien respon gempa

a. Faktor Keutamaan Struktur (I)

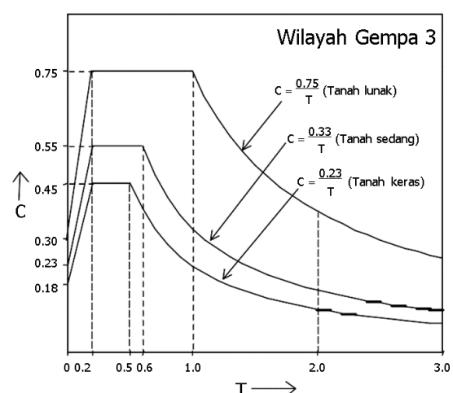
Berdasarkan Tabel Faktor Keutamaan Bangunan (SNI 03-1726-2002, halaman 18), besarnya faktor keutamaan struktur (I) untuk gedung umum seperti gedung Pendidikan, sekolah atau kampus diambil sebesar 1.

b. Faktor Reduksi Gempa (R)

Berdasarkan Tabel Faktor Reduksi Gempa (SNI 03-1726-2002, halaman 23), struktur gedung pusat pembelajaran ARTNZ-GEISE termasuk dalam kategori struktur sistem ganda struktur rangka penahan momen khusus dengan dinding geser beton bertulang (tingkat daktilitas penuh) dengan nilai faktor reduksi gempa (R) sebesar 8,5.

c. Penentuan Jenis Tanah

Dari hasil penyelidikan tanah, didapat hasil jenis tanah keras. Dengan T sebesar 0,5 detik. Berdasarkan grafik respon spektrum gempa rencana SNI 03-1726-2002, C (koefisien respon gempa) dapat dihitung dengan rumus yang ada pada grafik. Bandung termasuk dalam wilayah gempa 3 berdasarkan pembagian wilayah gempa Indonesia, sebagai berikut :



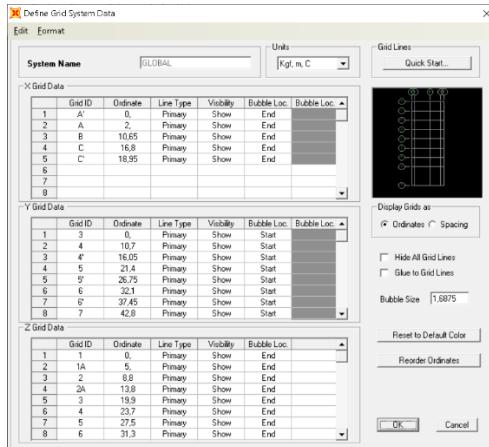
Gambar Grafik respon spektrum gempa rencana.

Modeling Bangunan Menggunakan SAP2000

Dalam menghitung kapasitas balok dan kapasitas plat lantai, penulis menggunakan SAP200 versi 14 untuk memodelkan bangunan dan mengaplikasikan desain struktur yang didapat dari data perencanaan proyek yang ditinjau.

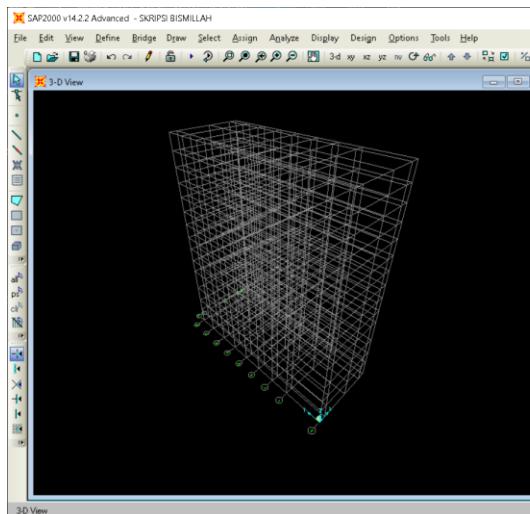
Memasukkan Nilai Grid/Jarak Bangunan

Pertama Buka Program SAP2000, pilih *New Model*, Ubah satuan *Kg,m,C* dan Pilih *3D Frames*. Lalu centang “*Use custom grid spacing and locate origin*” setelah itu klik edit grid, pada display grid as pilih *spacing*, lalu masukkan data seperti gambar dibawah ini :



Gambar Memasukkan data grid X,Y,Z

Lalu Pilih OK, lalu OK lagi maka muncul tampilan sebagai berikut :



Gambar Tampilan hasil pengaturan grid

Mendefinisikan Material

Pilih *Define – Materials – Add New Materials*, Lalu masukkan data-data sebagai berikut :

1.Beton

- a) Ubah nama material menjadi Beton K300

b) Ubah material type menjadi Concrete

c) Ubah Nilai *Weight* per unit volume menjadi 2400 (Berdasarkan SNI PPPURG 1987) dengan satuan kgf,m,c dan juga *Specified Concrete compressive strength, f'c* menjadi 25. Setelah itu ubah satuan kgf.m.c menjadi N,mm,c

d) Ubah *Modulus of elasticity, E* dengan cara menggunakan rumus $4700*F_c^{0.5}$

e) Ubah juga *Poisson's ratio, U* menjadi 0,2

2.Tulangan baja

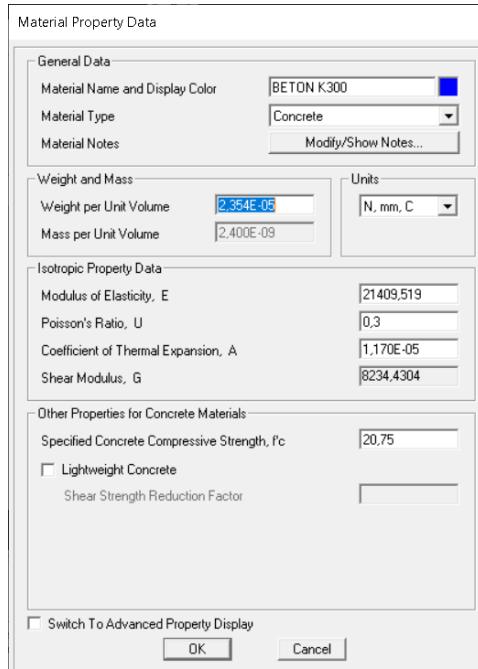
a) Ubah Nama *Material* menjadi ASTM 60

b) Ubah Nilai *Weight* per unit volume menjadi 7.85 dengan satuan tonf,m,c, lalu ubah satuan tonf.m.c menjadi N,mm,c

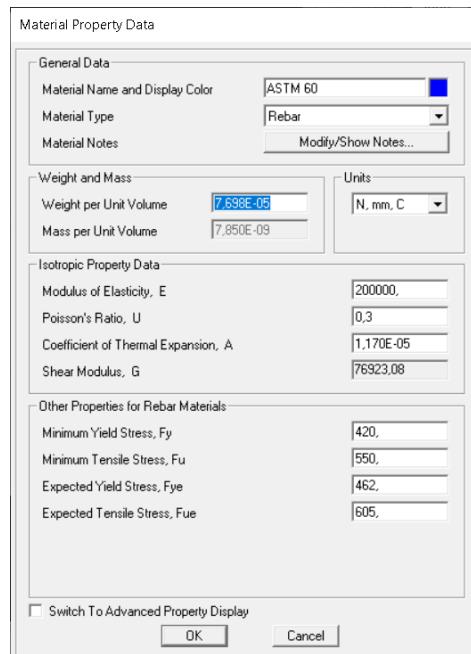
c) Ubah Fy dan Fu sesuai dengan 420 dan 550 (Berdasarkan SNI 03-1729-2002), lalu ubah juga Fye dan Fue dengan cara mengalikan 1.1 dari Fy dan Fu

d) Ubah *Modulus of elasticity, E* menjadi 200000

e) Lakukan hal yang sama untuk mutu baja ASTM 75



Gambar Membuat material beton

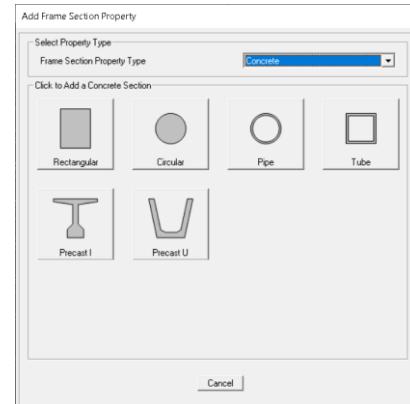


Gambar Membuat material Tulangan baja

Mendefinisikan Balok dan Kolom

Pilih *Define – Section Properties* – *Frame sections - Add New Properties*, Maka akan muncul tampilan *Add Frame Section*

Property. Pada kolom *Frame Section Property Type* ubah dengan Concrete, lalu pilih *Rectangular*.



Gambar Tampilan Frame Section Property

Lalu masukkan data-data dengan bertahap sebagai berikut :

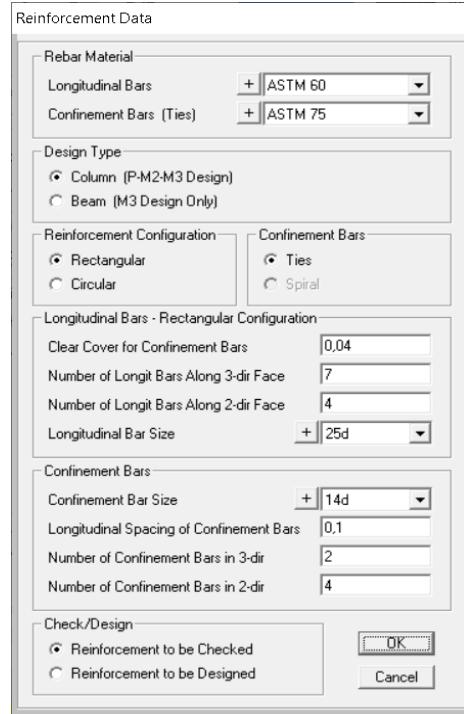
1. Kolom

- Ubah nama *Section* menjadi *Kolom KU-1A*
- Ubah material type menjadi Beton K 300
- Ubah Dimensi kolom menjadi sesuai design, untuk kolom KU-1A yaitu *Depth* 0.7 m dan *Width* 1 m
- Lalu klik concrete reinforcement
- Ubah mutu tulangan utama (*Longitudinal bars*) menjadi ASTM 60 dan tulangan Sengkang (*Confinement bars*) menjadi ASTM 75
- Pilih design type menjadi Column
- Ubah selimut beton menjadi 4 cm (0,04 m)

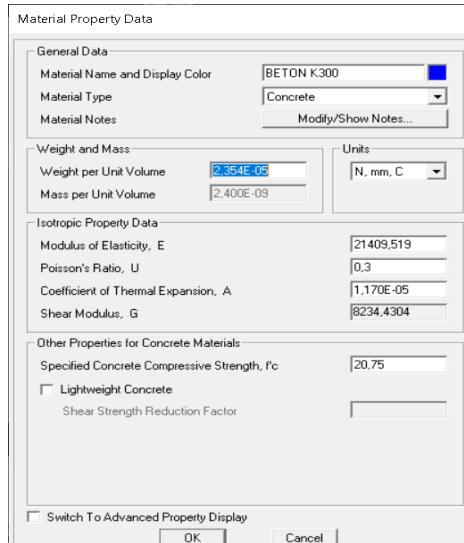
- h) Ubah jumlah tulangan tiap sumbunya sesuai dengan design yang ada, untuk kolom type KU-1A sumbu X (arah 3) yaitu sejumlah 7 dan sumbu Y (arah 2) sejumlah 4.
- i) Ubah diameter tulangan utama sesuai dengan design yang ada, untuk kolom type KU-1A diameter yang digunakan adalah D25.
- j) Ubah diameter tulangan Sengkang menjadi D13, akan tetapi karena tidak ada dalam program SAP menjadi D14 dengan jarak 0,1 m (100 mm)
- k) Pada pilihan check/design, pilih *Reinforcement to be checked*, Lalu klik OK
- l) Lakukan hal yang sama untuk type kolom KU-1C, KU-1D, KU-2, KU-1F, KU-1G dan KU-4A.

2.Balok

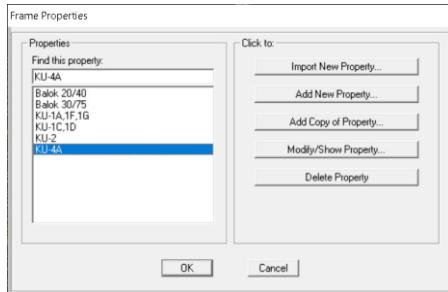
- a) Ubah nama Section menjadi Balok 30/75
- b) Ubah material type menjadi Beton K300
- c) Ubah Dimensi Balok menjadi sesuai design, untuk balok 35/80 yaitu Depth 0,75 m dan Width 0.3 m
- d) Lalu klik concrete reinforcement
- e) Ubah mutu tulangan utama (Longitudinal bars) menjadi ASTM 60 dan tulangan Sengkang (Confinement bars) menjadi ASTM 75.



Gambar Mendefinisikan Kolom



Gambar Mendefinisikan Balok

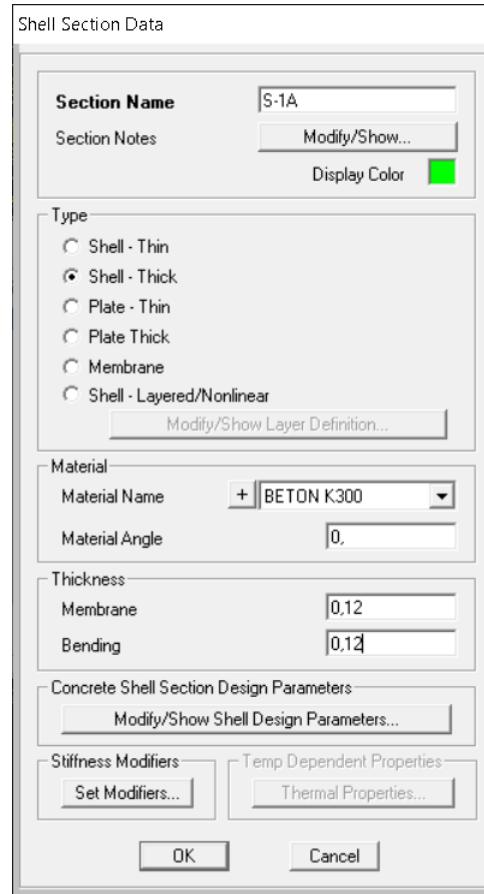


Gambar Frame Properties yang digunakan

Mendefinisikan Plat

Pilih *Define – Section Properties – Area sections - Add New Sections*, Maka akan muncul tampilan *Shell section data*. Lalu lakukan langkah – langkah sebagai berikut :

- Ubah nama section menjadi Plat S-1A
- Pilih Type *Shell – thick* karna lantai direncanakan untuk menahan gaya geser gempa dan plat di *design 2 layer*.
- Ubah material yang digunakan menjadi beton K300
- Ubah tebal plat sesuai dengan design plat lantai 4 yang ditinjau yang sesuai perencanaan, untuk plat S-1A menggunakan tebal plat 0,12 m (120 mm) sedangkan untuk plat S-1B lainnya menggunakan tebal plat 0,12 m (120mm) akan tetapi untuk tipe plat S-1B menggunakan 1 layer..
- Lalu klik OK



Gambar Mendefinisikan Plat lantai

Memasukkan elemen struktur

Untuk memasukkan elemen struktur yang telah dibuat, elemen struktur dimasukkan secara urut dari elevasi dasar. Berikutnya masukkan elemen struktur secara bertahap dengan langkah – langkah sebagai berikut :

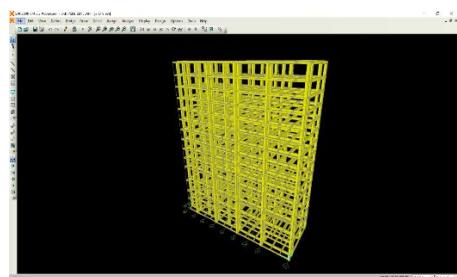
- 1.Balok

 - Pertama pastikan posisi *plan* pada kondisi X-Y
 - Pada ikon toolbar sebelah kiri tampilan sap, pilih *draw frame/cable element*
 - Lalu akan muncul *table frame* yang akan digunakan, pada

- pilihan *section* ganti dengan balok yang akan digunakan
- d) Lalu plotkan ke denah sesuai design yang direncanakan.
- e) Gunakan *command replicate* apabila ingin menggandakan balok dengan ketentuan jarak yang digandakan, yaitu dengan cara memblock balok yang digunakan, lalu Ctrl + R, lalu masukkan jumlah yang ingin digandakan dan jarak antar sumbu (dx,dy,dz) .
- f) Lakukan pada lantai lain dengan mengacu data design yang didapat.
- 2.Kolom
- a) Ubah posisi tampilan menjadi tampilan X-Z
- b) Pada ikon toolbar sebelah kiri tampilan sap, pilih *draw frame/cable element*
- c) Lalu akan muncul table frame yg akan digunakan, pada pilihan *section* ganti dengan kolom yang akan digunakan
- d) Lalu plotkan ke tampak X-Z sesuai design yang direncanakan.
- e) Gunakan *command replicate* apabila ingin menggandakan kolom dengan ketentuan jarak yang digandakan, yaitu dengan cara memblock balok yang digunakan, lalu Ctrl + R, lalu masukkan jumlah yang ingin digandakan dan jarak antar sumbu (dx,dy,dz) .

2.Plat Lantai

- a) Ubah posisi tampilan menjadi tampilan X-Y
- b) Pada ikon toolbar sebelah kiri tampilan SAP, pilih *Draw rectangular area element*
- c) Lalu akan muncul table area yg akan digunakan, pada pilihan *section* ganti dengan plat lantai yang akan digunakan
- d) Lalu plotkan ke denah lantai 4 sesuai penempatan tipe plat lantai yang ditinjau sesuai design yang direncanakan.
- e) Gunakan *command replicate* apabila ingin menggandakan balok dengan ketentuan jarak yang digandakan.



Gambar Modeling elemen struktur

Memasukkan tumpuan pondasi pada bangunan

- a) Pertama Tampilkan posisi X-Y Denah Lt.1
- b) Lalu *select* semua *frame*
- c) Lalu klik *Assign - Joint - Restraints*
- d) Lalu karena pondasi yang digunakan pondasi Raft maka tumpuan yang digunakan adalah tumpuan jepit, oleh karna itu pilih icon tumpuan jepit.

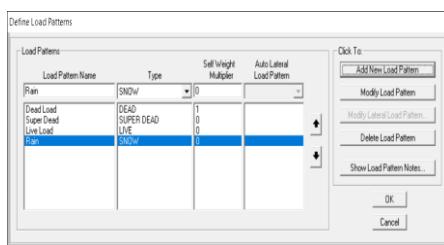


Gambar memasukkan type tumpuan pondasi bangunan

Mendefinisikan beban

Pilih *Define–Load Patterns*, Lalu masukkan definisi beban yang digunakan yaitu :

- Dead Load* atau Beban mati, type beban yang dipilih yaitu *Dead*
- Super dead* atau didefinisikan sebagai beban tambahan, type beban yang dipilih yaitu *Super dead*.
- Live Load* atau Beban hidup, type beban yang dipilih yaitu *Live*
- Rain* atau Beban hujan, type beban yang dipilih yaitu *Snow*



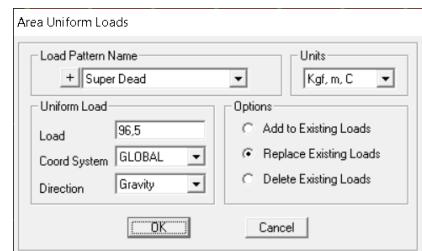
Gambar Mendefinisikan beban

4.1.2 Memasukkan beban

Dalam menghitung beban bangunan, pertama – tama masukkan lebih dahulu beban tambahan dan beban hidup pada elemen struktur

balok dan plat lantai. Langkah – Langkah untuk memasukkan beban tersebut sebagai berikut :

1. Memasukkan beban pada plat lantai
- a) Pertama select elemen plat lantai 4 yang diberi beban dengan cara *Select – Properties – Area Section* lalu pilih type plat.
- b) Lalu klik *Assign – Area load – Uniform loads* lalu masukkan 2 beban yaitu :
 - *Super dead* , masukkan beban sesuai hasil perhitungan beban tambahan yaitu 96.5 kg/m^2 untuk lantai selain atap. Sedangkan untuk beban atap masukkan beban waterproofing dan mortar yaitu 28 kg/m^2 .
 - *Live dead* , masukkan beban sesuai SNI beban hidup pada gedung yaitu 250 kg/m^2 untuk lantai 4 yang ditinjau.

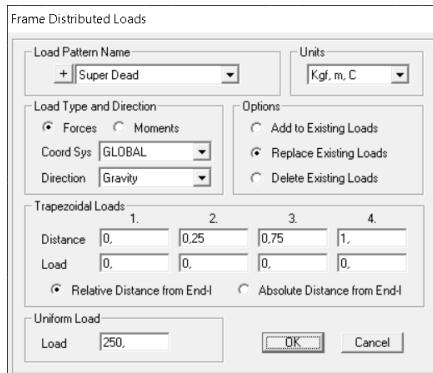


Gambar Memasukkan beban pada plat lantai

2. Memasukkan beban pada balok
- a) Pertama select semua elemen struktur lantai 4.
- b) Lalu klik *Assign – Frame load – Distributed* lalu pilih type beban yaitu *super dead* lalu masukkan beban sesuai hasil

perhitungan beban tambahan dinding yaitu 250 kg/m^2 .

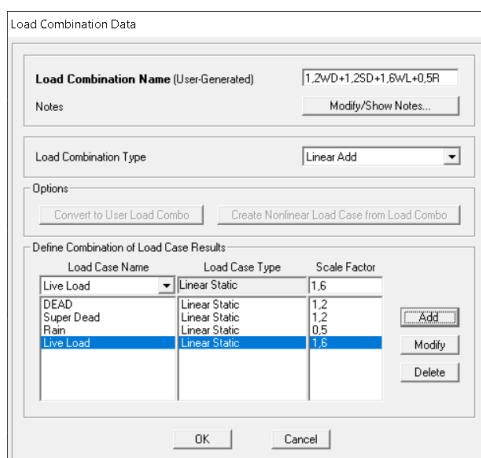
c) Lalu pilih replace existing loads, lalu klik OK



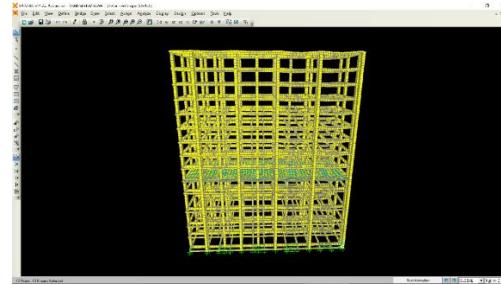
Gambar Memasukkan beban pada balok

Kombinasi beban dan Analisa beban

Dalam menghitung beban, pertama – tama penulis memasukkan kombinasi beban yang sudah direncanakan. Caranya pilih *Define – Load combination*, lalu isikan kombinasi beban $1,2 \text{ Dead Load} + 1,2 \text{ Super Dead} + 1,6 \text{ Live load} + 0,5 \text{ Rain}$. Lalu setelah itu klik *Analyze – Run Analyze*, lalu tunggu hasil Analisa beban.



Gambar Kombinasi Pembebanan



Gambar Hasil run analisis

Analisis Kapasitas Balok dan Plat lantai

Setelah melakukan *run analyze* hal berikut yang penulis lakukan yaitu memunculkan hasil analisa balok dan plat lantai dengan bertahap sebagai berikut :

1. Kapasitas Balok

Pada Balok momen yang biasanya ingin didapatkan yaitu area tumpuan ($\pm 1/4$ Bentang(L_n)) dan area lapangan ($\pm 1/2$ Bentang (L_n)). Langkah – langkah untuk mengetahui Momen ultimit pada tiap balok sebagai berikut :

- *Display – Show forces.stress – Frame* – Pilih Momen 3-3 – Pilih *Show diagram value* - OK
- Arahkan cursor ke balok yang ingin dilihat hasil analisanya, lalu klik kiri dan kanan dengan cepat, maka muncullah hasil beberapa gaya yang akan ditimbulkan oleh balok tersebut.

Berikut contoh hasil analisa momen pada balok :

- Tumpuan Mu = -53498.39 kg.m



Gambar Momen tumpuan Balok Grid 6 A - B

- Lapangan Mu = 51937.57 kg.m



Gambar Momen lapanganan Balok Grid 6 A – B

Tabel Kapasitas Balok Lt.4

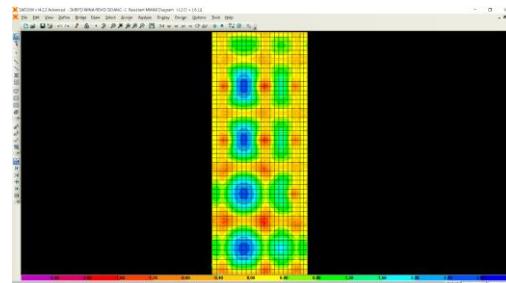
No.	Grid	Type Plat	Panjang Bentang	Mu Lapangan (SAP2000)	Mu Tumpuan (SAP2000)	Mu Lapangan (Hit.konsultan)	Mu Tumpuan (Hit.konsultan)	
			(m)	(kg.m)	(kg.m)	(kg.m)	(kg.m)	
1	6	A'-A	S1B	2.13	400	400	165	39
2	6	A'-B	S1A	8.65	2800	1200	1360	1360
3	6	B'-C	S1A	6.15	1600	800	687	688
4	6	C'-C	S1B	2.24	400	400	182	43
5	A'-A	3'-4	S1A	10.7	800	400	326	224
6	A'-A	4'-4'	S1A	5.35	800	400	326	224
7	A'-A	4'-5	S1A	5.35	400	400	326	224
8	A'-A	5'-5	S1A	5.35	400	400	326	224
9	A'-A	5'-6	S1A	5.35	400	400	326	224
10	A'-A	6'-6	S1A	5.35	400	400	326	224
11	A'-A	6'-7	S1A	5.35	400	400	326	224
12	A'-B	3'-4	S1A	10.7	2800	1600	4145	3627
13	A'-B	4'-4'	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
14	A'-B	4'-5	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
15	A'-B	5'-5	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
16	A'-B	5'-6	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
17	B'-C	3'-4	S1A	10.7	2000	1200	2652	1866
18	B'-C	4'-4'	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
19	B'-C	4'-5	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
20	B'-C	5'-5'	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
21	B'-C	5'-6	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702

2.Kapasitas Plat Lantai

Pada Plat lantai momen yang biasanya ingin didapatkan yaitu area tumpuan (+/- 1/4 Bentang(Ln)) dan area lapangan (+/- 1/2 Bentang (Ln)). Langkah – langkah untuk mengetahui Momen ultimit pada plat lantai sebagai berikut :

- *Display – Show forces.stress – Shell – Pilih Mmax - OK*
- Maka akan muncul denah dengan beberapa warna yang tiap warna memiliki hasil kapasitas plat yang berbeda – beda. Nilai kapasitas plat tersebut dapat dilihat dibagian bawah program Sap2000.

Berikut hasil analisa plat lantai dari SAP2000 yang penulis ingin munculkan :



Gambar Momen pada Plat Lantai 4

Tabel Kapasitas Plat lantai

No.	Grid	Type Plat	Panjang Bentang	Mu Lapangan (SAP2000)	Mu Tumpuan (SAP2000)	Mu Lapangan (Hit. Konsultan)	Mu Tumpuan (Hit. Konsultan)	
			(m)	(kg.m)	(kg.m)	(kg.m)	(kg.m)	
1	6	A'-A	S1B	2.13	400	400	165	39
2	6	A-B	S1A	8.65	2800	1200	1360	1360
3	6	B-C	S1A	6.15	1600	800	687	688
4	6	C-C'	S1B	2.24	400	400	182	43
5	A'-A	3'-4	S1B	10.7	800	400	326	224
6	A'-A	4'-4'	S1B	5.35	800	400	326	224
7	A'-A	4'-5	S1B	5.35	400	400	326	224
8	A'-A	5'-5	S1B	5.35	400	400	326	224
9	A'-A	5'-6	S1B	5.35	400	400	326	224
10	A'-A	6'-6	S1B	5.35	400	400	326	224
11	A'-A	6'-7	S1B	5.35	400	400	326	224
12	A-B	3-4	S1A	10.7	2800	1200	4145	3627
13	A-B	4-4'	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
14	A-B	4'-5	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
15	A-B	5'-5	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
16	A-B	5'-6	S1A	5.35	2800	1200	3368	3368
17	B-C	3-4	S1A	10.7	2000	1200	2652	1866
18	B-C	4-4'	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
19	B-C	4'-5	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
20	B-C	5'-5	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702
21	B-C	5'-6	S1A	5.35	2000	1200	1702	1702

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dalam menganalisa kapasitas balok& plat lantai menggunakan program SAP2000, banyak

- langkah – langkah yang dilakukan untuk menganalisa struktur proyek ini. Dimulai dari membuat denah dengan jarak sesuai design perencanaan, mendefinisikan material beton dan tulangan baja yang digunakan sesuai spec perencanaan, membuat dan menyusun elemen struktur hingga membentuk satu kesatuan bangunan, mendefinisikan & memasukkan beban bangunan, lalu baru setelah itu penulis bisa melakukan analisa pada program SAP2000.
2. Hasil kapasitas balok yang didapatkan program SAP2000 sangatlah beragam, dari bentuk momen yang didapat, serta nilai yang berbeda antara balok dengan balok lainnya karena adanya perbedaan design dimensi balok dan bentang balok, begitu juga dengan hasil analisa plat lantai yang memiliki nilai yang berbeda tiap areanya karena bergantung pada luas area beban yang diterima, maupun posisi plat tersebut ada di bagian exterior atau bagian interior.
 3. Hasil perhitungan kapasitas balok dan plat SAP2000 lebih kecil daripada hasil perhitungan konsultan, sedangkan untuk hasil perhitungan kapasitas plat pada sumbu X dan juga sumbu Y as A' – A perhitungan SAP2000 lebih besar dari perhitungan konsultan, sedangkan untuk sumbu Y as A-B dan as B-C perhitungan kapasitas plat SAP2000 lebih kecil dari perhitungan konsultan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni A.** 2010. *Balok dan Plat Lantai Beton Bertulang*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Astutik**, Yayuk setianingsih. 2010. *Analisa struktkur balok dengan metode momen (studi kasus : proyek pembangunan grand mall batam)*. Jurnal UJMC, Batam.
- Badan Standarisasi Nasional**, 2002. “*Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*”, SNI 03-2847,2002. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional**, 2002. “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*”, SNI 03-17267,2002. Jakarta.
- British Standard** , 2002, BS 8110 - 01 – 1997 *Design and Construction*.
- Dipohusodo, istimawan** 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia pustaka utama.Jakarta
- Hadi Candra** 2012.”*AutoCAD Untuk Arsitektur 2d* ”.Palembang.
- Haisal,Syahroni,Syahrudin, A.** 2010. *Tinjauan Balok dan Kolom terhadapa tekanan struktur asrama dua lantai*. Jurnal Sipil, Jakarta.
- Hendra Laksono Budi, Ricky Cristiyanto.** 2010.”*Perencanaan struktur gedung rusunawa Unimus*”. Semarang.
- McCormac, J. C.** 2002. *Desain Beton Bertulang*. Erlangga, Jakarta
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**, Bandung 28 Mei 1983
- Wahana Komputer** 2010.”*Analisa Struktur Bangunan dan Gedung dengan SAP 2000 versi 14*”.Semarang.
- Wahyudi, L.** 1997. *Struktur Beton Bertulang*, Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.