

DESAIN ULANG STRUKTUR GEDUNG MITSUBISHI CARS SHOWROOM JAKARTA BARAT DENGAN METODE (SRPMK)

Dimas Aga Pratama (1431402659)
Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
dimasaga8@gmail.com

Abstract

Mitsubishi Cars Showroom Building West Jakarta is one of Mitsubishi's showroom manufacturers in Jakarta. The structure of this building using a reinforced concrete structure. The purpose of this final project is to become a basic insight for students in building structure calculations with ETABS 2016 software. This showroom stands on a land area of 1000 m², with a building height of 20 m which consists of 5 floors. The type of earthquake resistant structure used is the Moment Resisting Frame System (SRPM).

The structure of the building consists of a secondary structure in the form of a plate supported by the primary structure of beams and columns. The main constituent material of the building structure is reinforced concrete. For the planning of dimension and reinforcement of structures referring to SNI 2847-2013. Then for the load calculation, refer to SNI 1727-2013. As for the calculation of the earthquake, referring to SNI 1726-2012 and Puskim. The seismic analysis used in this research is spectrum response analysis.

From the calculation and analysis of the research, it will get the results of the calculation of the structure of the showroom building that is able to withstand the inner and outer forces of the building as well as engineering drawings of detailed structural elements, ranging from columns, beams, and plates.

Keywords: Reinforced Concrete, Moment Resisting Frame System, Spectrum Response Analysis

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era globalisasi yang serba digital seperti sekarang, banyak sekali teknologi maju yang dapat memudahkan manusia dalam berbagai bidang, tidak terkecuali dalam bidang Teknik Sipil. Dalam bidang Teknik Sipil, ada berbagai macam software yang sengaja diciptakan untuk mempermudah, mempercepat, dan memperakurat segala bentuk pekerjaan, baik dalam “*scope*” perencanaan bangunan, pengerjaan bangunan di lapangan, maupun pasca pengerjaan.

Dalam penelitian ini, adalah software ETABS 2016 besutan CSi (*Computer & Structures Inc*) yang dikhususkan untuk merencanakan struktur gedung yang berlokasi di Jakarta Barat ini.

Perencanaan struktur gedung yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah struktur gedung *Mitsubishi Cars Showroom* Jakarta Barat, dimana merupakan salah satu *showroom* Mitsubishi Motors yang ada di daerah Jakarta Barat. Pada perencanaannya, gedung ini masih menggunakan peraturan SNI 2847:2002 dan SNI 1726:2002.

Perencanaan struktur gedung pada penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menjadi pembanding dengan perencanaan yang sudah ada, namun penelitian ini bertujuan untuk menjadi referensi dasar perencanaan struktur metode SRPMK dengan bantuan software ETABS 2016. Pada perencanaan yang sudah ada, terdapat 25 tipe balok, 8 tipe kolom, dan 5 tipe plat, sedangkan pada penelitian ini, terdapat 3 tipe balok, 2 tipe kolom, dan 2 tipe plat.

Mengingat bahwa SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012 memiliki faktor keamanan yang lebih tinggi untuk mengantisipasi beban gempa rencana, maka pada penelitian ini perencanaan struktur bangunan akan disesuaikan dengan peraturan-peraturan SNI yang terbaru, yaitu SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012. Analisis gempa yang akan digunakan pada perencanaan ini adalah analisis respon spektrum.

Metode yang digunakan dalam desain ulang struktur gedung ini adalah Metode SRPMK, dengan bantuan software ETABS 2016 yang akan dipaparkan secara detail langkah demi langkah mulai dari permodelan struktur, input data, sampai running analysis.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana langkah-langkah permodelan struktur gedung dengan metode SRPMK dan implementasi analisis gempa Respon Spektrum dengan software bantu ETABS 2016?

2. Bagaimana merencanakan dimensi plat, balok, dan kolom struktur beserta konfigurasi penulangannya yang mampu menahan beban gempa rencana sesuai SNI 2847:2013?
3. Bagaimana mengaplikasikan perencanaan dan hasil perhitungan ke dalam gambar teknik bangunan?

1.1. Tujuan

1. Mampu menjabarkan langkah-langkah perhitungan untuk merencanakan struktur bangunan gedung dengan metode SRPMK?
2. Mampu membuat permodelan struktur dan implementasi analisis gempa Respon Spektrum dengan software bantu ETABS 2016?
3. Mampu merencanakan dimensi plat, balok, dan kolom struktur beserta konfigurasi penulangannya yang mampu menahan beban gempa rencana sesuai SNI 2847:2013?
4. Mampu mengaplikasikan perencanaan dan hasil perhitungan ke dalam gambar teknik bangunan?

1.2. Batasan Masalah

1. Perencanaan struktur bangunan gedung menggunakan beton bertulang.
2. Perencanaan struktur meliputi kolom, balok, plat, dan penulangannya.
3. Analisa pembebanan mengacu pada PPPURG 1987.
4. Software bantu struktur yang digunakan adalah ETABS 2016.
5. Perencanaan struktur tidak meninjau faktor biaya dan manajemen.

1.3. Manfaat

1. Menguasai perencanaan struktur bangunan gedung dengan metode (SRPMK).
2. Menjadi referensi dasar bagi pemula untuk merencanakan struktur bangunan gedung dengan software ETABS 2016.
3. Menyajikan informasi tentang salah satu alternative struktur yang relevan untuk area Jakarta Barat dan sekitarnya.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Komponen Struktur Beton Bertulang

Dalam perkembangannya, saat ini suatu struktur bangunan didesain selain harus memenuhi perhitungan yang cermat, akan tetapi juga dituntut memiliki nilai seni yang mengagumkan. Struktur beton bertulang merupakan perpaduan dari beberapa komponen yang satu dan yang lainnya saling berkaitan dalam memikul beban-beban yang ada. Masing-masing komponen harus didesain secara teliti, mengikuti peraturan yang berlaku, agar tercipta suatu struktur bangunan yang mampu tahan, aman, nyaman, ekonomis, serta fungsional. Pada umumnya, struktur beton bertulang terdiri dari beberapa komponen berupa :

- Pelat lantai
- Balok
- Kolom

Yang selanjutnya akan dibahas secara detail pada sub bab berikut.

2.1.1. Balok

Balok ialah elemen yang mensalurkan beban *tributary* dari plat lantai ke kolom struktur. Umumnya balok dicor dengan slab secara monolit dan ditulangi bagian bagian atas dan bawahnya. Karena balok dan plat lantai dicor monolit, maka tersebut membentuk penampang balok L untuk tumpuan tepi dan balok T untuk tumpuan dalam (Edward G. Nawy, 1998).

2.1.2. Kolom

Kolom merupakan elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Kolom didesain untuk menyangga gaya vertikal dari beban terfaktor pada seluruh lantai di atasnya, namun sering juga kolom

didesain sebagai pemikul beban kombinasi aksial dan lentur, hal ini disebabkan oleh eksentresitas meskipun nilainya kecil. Pada perkembangannya kolom juga didesain untuk memikul beban lateral yang berasal dari gempa maupun angin.

2.1.3. Plat lantai

Plat lantai merupakan elemen utama yang bertugas mensalurkan beban transversal ke rangka vertikal pada suatu sistem struktur. Pada umumnya pelat lantai dan balok dicor bersamaan hingga menjadi struktur yang monolit. Lebih lanjut, Pelat lantai juga difungsikan sebagai komponen yang mensalurkan gaya-gaya yang disebabkan oleh pergerakan tanah akibat gempa pada struktur yang ditetapkan.

2.2. Sistem Rangka Pemikul Momen

Menurut SNI 1726:2012, sistem rangka pemikul momen adalah satu sistem struktur yang dasarnya mempunyai secara lengkap rangka ruang pemikul beban gravitasi. Beban gravitasi terdiri dari beban mati struktural dan beban hidup. Sedangk beban gempa dan beban angin termasuk beban lateral.

2.3. Pembebanan

Pembebanan yang diperhitungkan dalam perencanaan struktur gedung Mitsubishi Cars Showroom Jakarta Barat ini adalah beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

2.4. Kombinasi Pembebanan

Sesuai pasal 4.2.2 SNI 1726:2012 bahwa struktur, komponen semua elemen struktur dan harus direncanakan hingga kuat rencananya melebihi atau sama dengan pengaruh beban terfaktor dengan kombinasi berikut ini:

$$1,4 D$$

$$1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$$

$$1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$1,2 D + 1,0 E + L$$

$$0,9 D + 1,0 W$$

$$0,9 D + 1,0 E$$

2.5. Software ETABS 2016

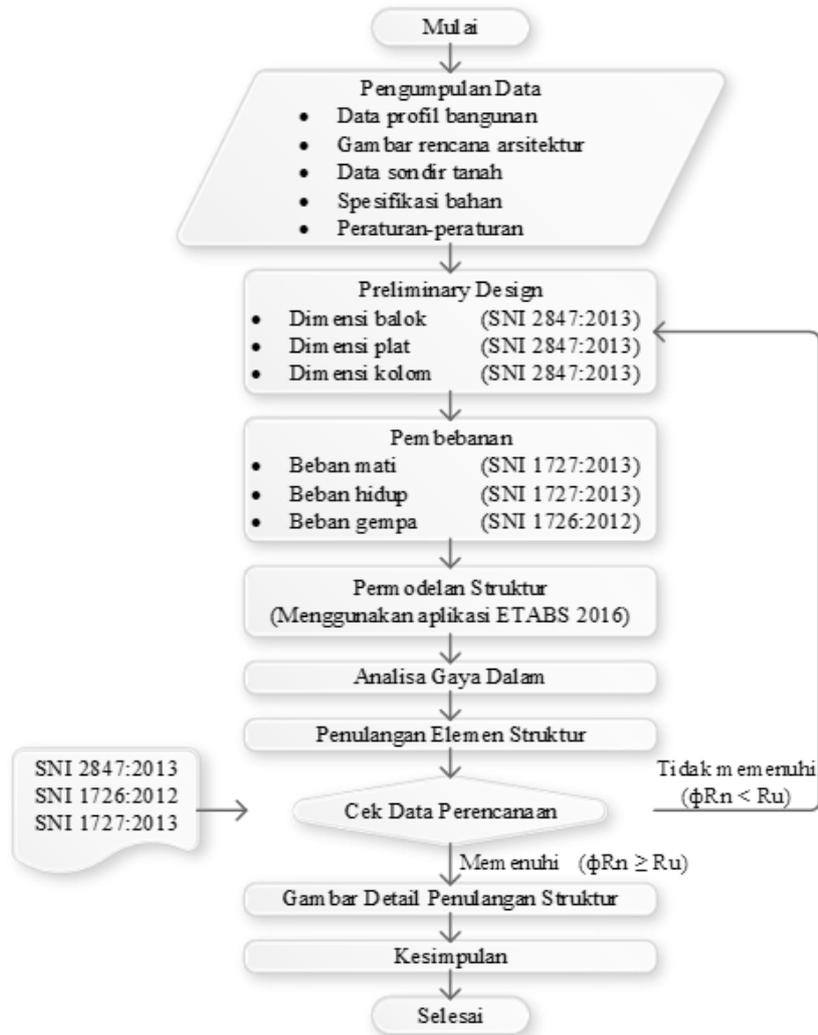
ETABS baru yang inovatif dan revolusioner adalah paket perangkat lunak terpadu utama untuk analisis struktural dan perancangan bangunan. Dengan menggabungkan 40 tahun penelitian dan pengembangan terus menerus, ETABS terbaru ini menawarkan pemodelan dan alat visualisasi 3D yang tak tertandingi, kekuatan linier dan nonlinier yang sangat cepat, kemampuan desain yang canggih dan komprehensif untuk berbagai bahan, dan tampilan grafis yang menakjubkan, laporan, dan gambar skematik yang memungkinkan pengguna untuk dengan cepat dan mudah menguraikan dan memahami hasil analisis dan perancangan. (csiamerica.com)

Dari awal konsepsi desain melalui pembuatan gambar skematik, ETABS mengintegrasikan setiap aspek proses perancangan teknik. Penciptaan model tidak pernah semudah ini, perintah menggambar intuitif memungkinkan pembangkitan lantai dan frasa ketinggian yang cepat. Gambar CAD dapat dikonversi langsung menjadi model ETABS atau digunakan sebagai templat tempat objek ETABS. (csiamerica.com)

Desain rangka baja dan beton (dengan optimasi otomatis), balok komposit, kolom komposit, balok baja, dan dinding geser beton dan dinding batu termasuk, seperti pemeriksaan kapasitas untuk sambungan baja dan pelat dasar. Model dapat dirender secara realistis, dan semua hasil dapat ditunjukkan secara langsung pada struktur. Laporan yang komprehensif dan dapat disesuaikan tersedia untuk semua hasil analisis dan perancangan, dan gambar konstruksi skematis dari rencana pembingkai, jadwal, rincian, dan penampang dapat dihasilkan untuk struktur beton dan baja. (csi-america.com)

3. METODE

3.1. Diagram Alur (Flowchart)



3.2. Penjelasan

1. Pengumpulan Data

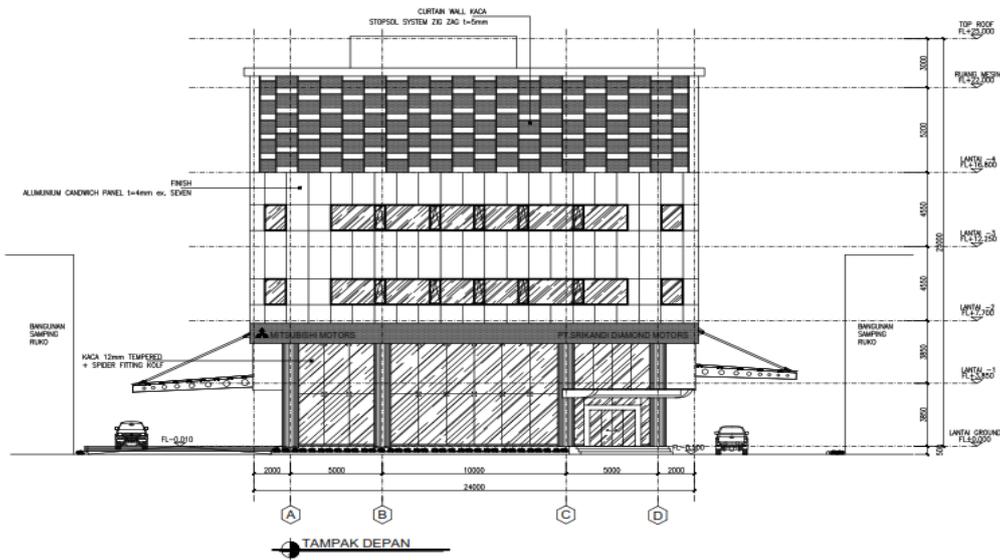
a) Data profil bangunan

Nama proyek	: Mitsubishi Cars Showroom
Lokasi proyek	: Jakarta Barat
Kategori risiko bangunan	: Ruang Pagelaran
Peruntukan bangunan	: Showroom mobil
Jumlah lantai	: 5 lantai (Lantai ground – Lantai 4)
Jenis tanah	: Tanah lunak

b) Gambar rencana arsitektur

Data gambar rencana arsitektur yang dibutuhkan dalam desain ulang bangunan ini adalah gambar denah, tampak, potongan, dan lainnya yang mempengaruhi desain struktur.

Berikut ini adalah Tampak Depan gedung *Mitsubishi Cars Showroom* Jakarta Barat:



Gambar 1. Tampak Depan Gedung

c) Data tanah

Data tanah yang akan dijadikan acuan dalam merencanakan bangunan gedung *Mitsubishi Cars Showroom* ini adalah dokumen Laporan Hasil Penyelidikan Tanah yang dikeluarkan oleh Testana Indoteknika.

d) Mutu bahan

Mutu bahan yang akan dipakai dalam desain ulang struktur ini adalah:

- Mutu beton (f_c') : 30 MPa
- Mutu baja (f_y) : 400 Mpa
- Modulus Elastisitas (E_c) : $4700 \sqrt{f_c'}$

e) Peraturan-peraturan

Peraturan-peraturan yang dibutuhkan perencanaan ini adalah:

- SNI 2847:2013
- SNI 1726:2012
- SNI 1727:2013
- PPPURG 1987

2. Preliminary Design

- a) Dimensi balok
- b) Dimensi kolom
- c) Dimensi plat

3. Perhitungan Pembebanan

- a) Beban mati
Direncanakan sesuai SNI 1727:2013.
- b) Beban hidup
Direncanakan sesuai SNI 1727:2013.
- c) Beban angin
Direncanakan sesuai SNI 1727:2013.
- d) Beban gempa
Direncanakan sesuai SNI 1726:2012.

4. Permodelan Struktur

Pada langkah ini, desain yang direncanakan sesuai spesifikasi material dan dimensi akan diaplikasikan ke software perhitungan struktur. semua beban yang bekerja akan dibebankan ke masing-masing elemen struktur. Pada permodelan struktur ini, software yang akan digunakan bantuan aplikasi ETABS 2016.

5. Analisa Gaya Dalam

Meliputi N (gaya normal), D (bidang datar, dan M (Momen) yang akan menentukan besaran dan jumlah penulangan struktur kolom, balok, dan pelat.

6. Penulangan Elemen Struktur

Di tahap ini, akan direncanakan ukuran, jumlah, dan konfigurasi penulangan semua elemen struktur kolom, balok, dan pelat.

7. Cek Data Perencanaan

Apabila langkah-langkah di atas telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, maka harus dituangkan dalam gambar rencana. Namun apabila tidak memenuhi persyaratan, maka diharuskan untuk memeriksa kembali perhitungan *preliminary design* dan mengikuti langkah-langkah selanjutnya hingga memenuhi syarat.

8. Gambar Detail Dimensi dan Penulangan Struktur

Pada tahap ini, semua perhitungan rencana akan diaplikasikan ke gambar rencana struktur, yang meliputi:

- a) Denah Arsitektur
- b) Tampak Arsitektur
- c) Potongan Arsitektur
- d) Denah Kolom
- e) Denah Balok & Pelat
- f) Detail Penulangan Balok
- g) Detail Penulangan Kolom
- h) Detail Penulangan Pelat

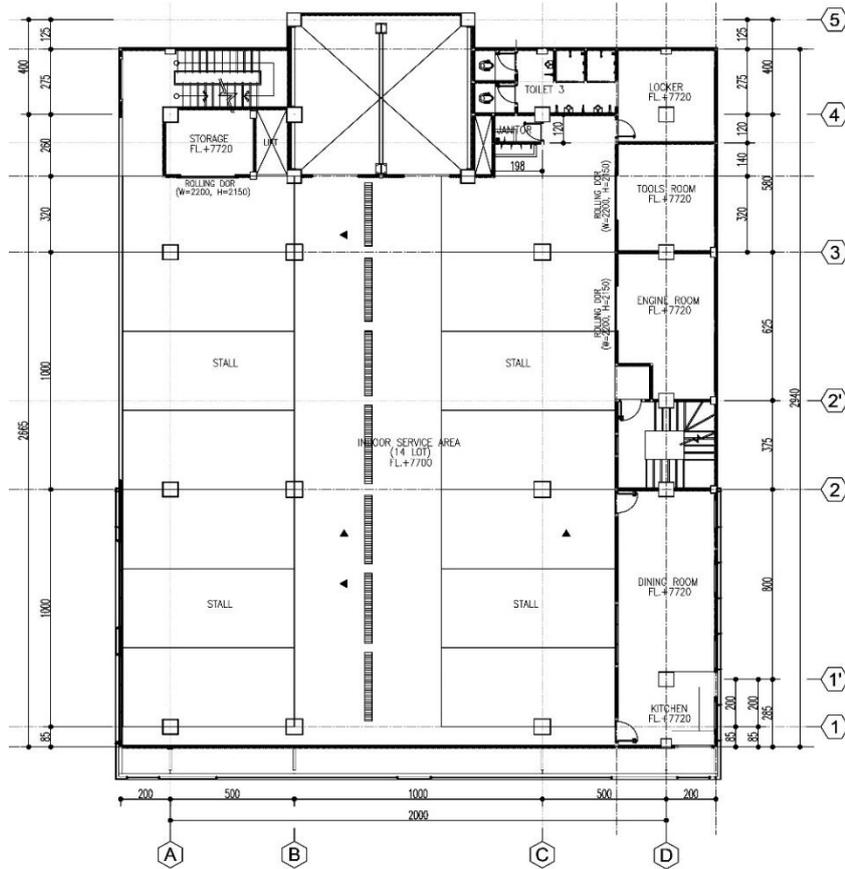
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Preliminary Design*

Preliminary Design adalah langkah awal yang dilakukan untuk menentukan dimensi elemen struktur sesuai dengan data bangunan.

4.1.1. Dimensi Balok

Pada *preliminary design* balok kita perlu memperhatikan panjang antar kolom struktur untuk menghitung dimensi lebar dan tinggi balok. Maka data awal yang diperlukan, denah arsitektur sebagai berikut:

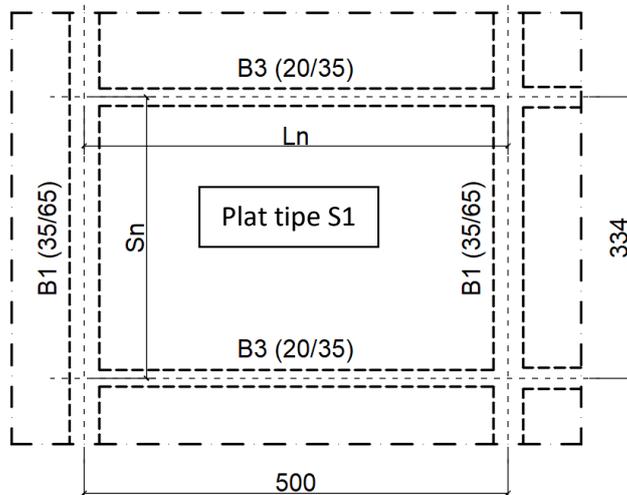


Gambar 2. Tampak Depan Gedung

Setelah menganalisa denah arsitektur di atas, maka balok direncanakan dengan beberapa tipe sesuai dengan panjang masing-masing balok. Pada perencanaan bangunan gedung ini, ada tiga panjang balok yang berbeda, maka akan direncanakan tiga tipe balok dengan dimensi yang berbeda yaitu balok B1, B2, dan B3.

4.1.2. Dimensi Plat

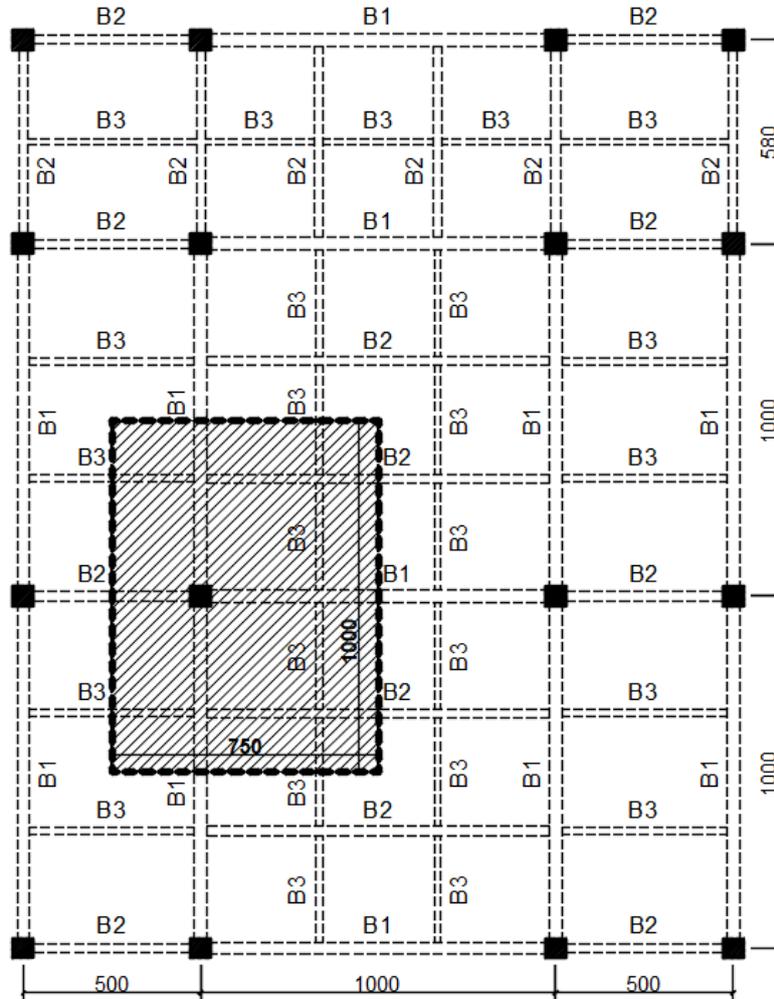
Untuk *preliminary design*, perencanaan tebal plat lantai mengambil sampel potongan pelat dengan luasan terbesar seperti berikut:



Gambar 3. Perencanaan Tebal Plat (Luasan Terbesar)

4.1.3. Dimensi Kolom

Perencanaan dimensi kolom mengambil salah satu kolom yang dibebani plat lantai dengan luasan terbesar pada keempat sisinya. Cara menemukan luasan plat lantai terbesar adalah dengan membagi 2 (antar kolom-kolom melintang dan memanjang), maka akan ditemukan plat lantai manakah yang memiliki luasan terbesar yang ditumpu oleh kolom. Jika dilihat pada gambar berikut, maka luasan plat lantai terbesar berada pada area yang diarsir dalam kotak, seperti berikut:



Gambar 4. Luasan Untuk Perencanaan Dimensi Kolom

4.2. Permodelan Struktur

Permodelan struktur pada perencanaan gedung Mitsubishi Cars Showroom Jakarta Barat ini menggunakan software bantu ETABS 2016.

Pada tahap ini, semua langkah-langkah akan dijabarkan secara terperinci di bagian lampiran penelitian, mulai dari membuat file baru, mengatur as struktur bangunan, menentukan material setiap komponen struktur, menerapkan beban-beban pada struktur, mengatur kombinasi pembebanan, menerapkan metode respon spektrum, dan lain sebagainya sampai permodelan struktur siap untuk dianalisa.

4.3. Analisa Gaya Dalam

4.3.1. Analisa Gaya Dalam Pelat

Untuk mencari nilai momen yang terjadi pada plat, perhitungan berdasar pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 dan juga SNI 2847-2013.

4.3.2. Analisa Gaya Dalam Balok & Kolom

Untuk menganalisa gaya dalam yang terjadi pada balok struktur, perhitungannya menggunakan software bantu ETABS 2016.

4.4. Penulangan Komponen Struktur

Kebutuhan tulangan struktur dihitung dengan rumus-rumus yang telah ditentukan pada SNI 2847-2013. Pengambilan momen/gaya dalam komponen struktur pada output software ETABS 2016 diambil angka yang terbesar, sehingga untuk komponen struktur yang lebih kecil dimensinya otomatis terwakilkan.

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari rentetan panjang perhitungan dan analisa perencanaan yang telah dilalui, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Fungsi bangunan gedung yang direncanakan adalah ruang pagelaran, sehingga masuk dalam kategori risiko III. Kemudian untuk kategori desain seismik masuk kategori risiko D, sehingga direncanakan menggunakan (SRPMK). Sistem rangka didesain dengan konfigurasi kolom lebih kuat dibanding balok atau (SCWB), sehingga apabila terjadi gagal layan pada struktur gedung, balok akan mengalami kegagalan terlebih dahulu.

Data awal yang dibutuhkan untuk input analisis respon spektrum ke software ETABS 2016 adalah data percepatan spektral (g) dari data grafik Puskim. Kemudian data grafik tersebut diubah ke tabel yang kemudian diinputkan ke ETABS 2016 melalui perintah *Define – Functions – Respon Spectrum*. Untuk langkah-langkah lebih detail akan dibahas dalam lampiran penelitian.

2. Dari perhitungan struktur yang telah dibahas pada bab 4, berikut adalah hasil yang dihasilkan:

- a. Tulangan plat

S1 = Tebal 120 mm
(Ln) → D10-200 (tumpuan) & D10-200 (lapangan)
(Sn) → D10-200 (tumpuan) & D10-200 (lapangan)

S2 = Tebal 100 mm
(Ln) → D8-200 (tumpuan) & D8-200 (lapangan)
(Sn) → D8-200 (tumpuan) & D8-200 (lapangan)

- b. Tulangan balok

B1 = Dimensi 350 x 650 mm
Tumpuan → 8D-25 (tarik) & 4D-25 (tekan)
Lapangan → 5D-25 (tarik) & 3D-25 (tekan)
Sengkang → Ø12-100

B2 = Dimensi 250 x 400 mm
Tumpuan → 6D-16 (tarik) & 3D-16 (tekan)
Lapangan → 4D-16 (tarik) & 2D-16 (tekan)
Sengkang → Ø10-200

B3 = Dimensi 200 x 300 mm
Tumpuan → 4D-16 (tarik) & 2D-16 (tekan)
Lapangan → 4D-16 (tarik) & 2D-16 (tekan)
Sengkang → Ø8-200

BK = Dimensi 150 x 300 mm
Tulangan → 3D-13 (tarik) & 2D-13 (tekan)
Sengkang → Ø8-200

c. Tulangan kolom

K1 = Dimensi 600 x 600 mm
Utama → 8D-25
Sengkang → 4Ø14-150

K2 = Dimensi 500 x 500 mm
Utama → 8D-22
Sengkang → Ø13-200

3. Semua gambar detail dimensi serta penulangan lentur dan geser plat, balok, dan kolom akan dilampirkan pada lampiran penelitian.

5.2. Saran

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, maka ditarik beberapa saran seperti berikut:

1. Data gambar arsitektur dan struktur asli dari konsultan perencana diusahakan bisa didapatkan lengkap untuk dijadikan data primer pada perhitungan penelitian.
2. Penentuan dimensi dan desain penampang struktur primer dalam perhitungan *preliminary design* harus mempertimbangkan efisiensi dan kemudahan pelaksanaan di lapangan.