

EVALUASI STRUKTUR BALOK PADA GEDUNG BERTINGKAT BERDASARKAN SNI 2847-2013 PADA GEDUNG AULA YAYASAN SATU HATI TALUN KENAS (MENGUNAKAN SAP 2000)

Muhammad Ibnu Aji, Ellyza Chairina

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer

Universitas Harapan Medan

ajiibnu06@gmail.com

Abstrak

Proses pengembangan dan pembangunan sebuah daerah mempunyai beberapa unsur penting yang harus diperhatikan, salah satunya adalah gedung yang dibangun dengan mempertimbangkan berbagai kondisi yang ada di sekitarnya. Proyek gedung Aula Talun Kenas merupakan salah satu proyek yang menggunakan beton bertulang sebagai struktur utama. Khususnya pada struktur balok utama proyek tersebut memiliki variasi bentang yang jauh berbeda. Bentang terpanjang pada balok utama memiliki Panjang 12 m . Dibutuhkan perhitungan kebutuhan material dan perencanaan atas pembangunan tersebut. Permasalahan dalam penelitian ini bagaimana desain yang aman dalam merencanakan balok dengan bentang 12 m tanpa di bantu struktur kolom. Tujuan penelitian ini diharapkan dapat mengevaluasi desain struktur balok memanjang pada bangunan Gedung dan memberikan perbandingan hasil desain struktur balok memanjang antara rencana awal dengan evaluasi terhadap pembangunan gedung Aula Yayasan Satu Hati Talun Kenas. Dalam penelitian ini, agar memperoleh gaya tegangan yang terjadi pada balok maka peneliti memanfaatkan metode metode elemen hingga pada software SAP 2000 sehingga dapat mempermudah analisa tulangan pada balok yang akan di lakukan dengan metode analisa SNI 2847-2013 dengan bantuan Ms.Excel. Dari hasil penelitian ini terdapat perbedaan desain perletakan tulangan dan jumlah tulangan. Dimana hasil perhitungan hasil evaluasi analisa balok jumlah tulangan tarik (tumpuan) 9 D 16 serta tulangan tekan (lapangan) 7 D 16 dan tulangan sengkang D 10-200 terdapat perbedaan pada tulangan tekan (lapangan) dan sengkang dimana diproyek untuk tulangan tumpuan 8 D 16 lalu sengkang D 10-150.

Kata Kunci : Gedung, Program, Evaluasi, Elemen Hingga

I. PENDAHULUAN

Proses pengembangan dan pembangunan sebuah daerah mempunyai beberapa unsur penting yang harus diperhatikan, salah satunya adalah gedung yang dibangun dengan mempertimbangkan berbagai kondisi yang ada di sekitarnya. Dibutuhkan perhitungan kebutuhan material dan perencanaan atas pembangunan tersebut untuk memberikan jaminan mengenai fungsi dan kekuatan dari gedung yang akan dibangun. Berbagai beban seperti beban gempa, beban hidup maupun mati yang ada di wilayah pembangunan harus benar-benar bisa dipikul oleh kekuatan yang telah diperhitungkan. Berdasarkan peta zona wilayah gempa gedung ini terletak pada di wilayah gempa zona 3. Perhitungan kekuatan gedung harus benar-benar dihitung dengan penuh ketelitian oleh perencana agar berbagai beban yang ada bisa ditahan. Berbagai kriteria layanan prima dan keselamatan yang ada dalam SNI 1727-2013 harus dipenuhi oleh setiap perencana pembangunan gedung. Proyek gedung Aula Talun Kenas merupakan salah satu proyek yang menggunakan beton bertulang sebagai struktur utama. Khususnya pada struktur balok utama proyek tersebut memiliki variasi bentang yang jauh berbeda. Bentang terpanjang pada balok utama memiliki Panjang 12 m dan bentang terpendek memiliki panjang 4 m. Pada balok bentang 12 m dengan ukuran 40 cm x 80 cm tidak ditopang oleh

kolom sehingga akan sangat berbahaya jika tidak memperhatikan analisa perhitungan balok dengan benar.

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas maka rumusan masalah ini adalah: 1) Berdasarkan data lapangan apakah desain balok beton bertulang dengan bentang 12 m tanpa di bantu oleh struktur kolom sanggup menampung beban yang bekerja pada gedung Aula talun Kenas dengan metode elemen hingga program SAP 2000 dan SNI 2847:2013? 2) Bagaimana perbedaan detail struktur balok beton bertulang pada proyek dengan hasil evaluasi dengan bantuan program SAP 2000 dan SNI 2847:2013?

Sementara itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan: 1) Mengetahui desain struktur balok memanjang pada bangunan Gedung Aula Yayasan Satu Hati Talun Kenas berdasarkan program SAP 2000 dan SNI 2847:2013. 2) Membandingkan detail balok beton bertulang hasil evaluasi dengan perencanaan proyek pada bangunan Gedung Aula Yayasan Satu Hati Talun Kenas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sebelum menjalankan konstruksi atau pembangunan, seorang perencana perlu menganalisa spesifikasi dan dimensi output kebutuhan bangunan secara teliti dan cermat ke dalam sebuah konsep

perencanaan. Kegiatan analisa ini terdiri atas analisa struktur fisik bagian atas yang bisa dilihat secara langsung dan struktur pondasi atau bagian bawah bangunan. Tahap menganalisa perencanaan ini membutuhkan berbagai bahan input berupa berbagai data pendukung kegiatan pembangunan secara lengkap. Dalam penelitian ini saya menggunakan bangunan gedung Aula di Talun Kenas.

2.1 Fungsi Gedung Aula

Dalam gedung ini berfungsi sebagai gedung aula suatu yayasan panti sosial, dimana aula adalah tempat bagi penghuni panti sosial yang dibangun untuk belajar dan menerima arahan dalam berbagai skala yang cukup besar.

Gedung aula adalah ruangan bangunan yang digunakan sebagai pusat aktifitas para pelajar penghuni panti asuhan dalam kegiatan-kegiatan akademik dan non akademik. Perancangan gedung yang direncanakan di Yayasan Satu Hati Talun Kenas memiliki 2 fungsi utama yaitu sebagai kegiatan pusat komunikasi dan kegiatan belajar mengajar. Pada gedung aula ini direncanakan 2 lantai dengan lebar 15,45 m x 20 m.

2.2 Beton Bertulang

Terdapat sistem rangka pemikul momen dalam sebuah struktur portal yang berfungsi untuk ruang memikul berbagai beban gravitasi secara menyeluruh dalam sebuah bangunan melalui mekanisme lentur. Terdapat 3 jenis sistem rangka pemikul momen, yakni sistem portal atau rangka yang memiliki sifat elastis secara menyeluruh dan biasa disebut SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa); lalu sistem portal atau rangka yang mempunyai sifat daktail parsial dan disebut sebagai SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah); dan sistem portal atau rangka yang mempunyai sifat daktail secara menyeluruh atau secara khusus mempunyai detail tertentu yang biasa disebut SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) (Prasetyo, 2018).

2.3 Pembebanan

Sebuah gaya dari luar bangunan dan mampu memberikan dampak atau tekanan pada sebuah struktur disebut beban. Tidak ada cara pasti untuk mengukur besaran sebuah beban secara akurat sehingga kebanyakan perencana hanya mengestimasi atau memperkirakannya saja. Maka dari itu sangat penting menghitung pembebanan khususnya sesuai dengan fungsi gedung tersebut yaitu gedung Aula. Setiap bahan yang ada dalam sebuah struktur bangunan mempunyai sifat elastis yang mana ketika beban yang menyimpannya dihilangkan maka bentuk strukturnya akan kembali seperti semula dan akan berdeformasi jika setiap elemen dan sistemnya ditimpa oleh beban. Beban yang menimpa sebuah struktur akan membuatnya mengalami deflection (melentur ke bawah) atau bisa juga mengalami

slideway (bergoyang ke samping). Berikut beberapa beban yang dimaksud:

1. Beban Mati (SNI 1727-2013)

Keseluruhan berat dari konstruksi permanen berupa peralatan tetap, komponen arsitektural, klading gedung, finishing, partisi tetap, tangga, plafond, atap, lantai, dinding, atau struktur bangunan lainnya termasuk ke dalam beban mati.

Tabel 1. Perencanaan beban mati menurut SNI 17277-2013

Jenis Beban	Beban	Satuan
Mekanikal elektrik plumbing	0,19	kN/m2
Gantungan plafond	0,1	kN/m2
Beban keramik dan spasi 25mm	1,1	kN/m2
Beton bertulang	23,6	kN/m2

(Sumber : SNI 1727-2013)

2. Beban Hidup (SNI 1727 – 2013)

Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh komponen bangunan atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan seperti beban angin, beban gempa dan beban mati.

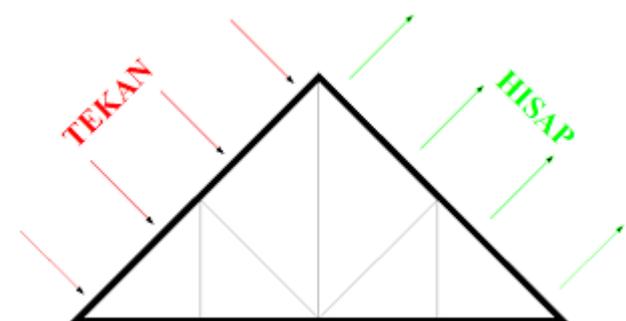
Tabel 2. Perencanaan beban mati menurut SNI 1727-2013

Jenis Beban	Beban	Satuan
Atap	0,96	kN/m2
Koridor di ruang pertama	4,79	kN/m2
Koridor bagian atas lantai pertama	3,83	kN/m2
Ruang pertemuan/kelas	1,92	kN/m2

(Sumber : SNI 1727-2013)

3. Beban Angin (SNI 1727 – 2013)

Terpaan atau hembusan angin berupa angin hisap dan angin tekan dapat menimbulkan beban yang disebut beban angin di mana beban jenis ini mengarah ke bidang atap secara lurus dan tegas. Seberapa besar tekanan negatif maupun positifnya bisa diketahui melalui perkalian antara koefisien angin dengan tekanan tipunya, dimana tekanan tiup angin sebesar 25 kg/m². Berikut visualisasi dari beban yang diterima oleh atap bangunan akibat adanya angin hisap dan angin tekan:



Gambar 1. Tekanan tiup Angin
(Sumber : SNI 1727-2013)

4. Beban Gempa (SNI 1726 -2012)

Gerakan gempa yang terjadi secara vertikal maupun horizontal termasuk ke dalam jenis beban

bangunan yang biasa disebut beban gempa. Dimana untuk pembeban gempa menggunakan analisis dinamik *response spectrum*.

2.4 Kombinasi Beban

Pembangunan gedung ini direncanakan, dihitung, dan ditinjau sesuai Pasal 7.4 dan 4.2.2 SNI 1726-2012 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa dalam Struktur Bangunan Gedung maupun Non Gedung dan Pasal 9.2.1 SNI 2847-2013 mengenai Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung.

1. 1,4 D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr/R)
3. 1,2D + 1,6(R/Lr) + (1,0Latau 0,5W)
4. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(R/Lr)
5. 1,2D + 1,0E + 1,0L
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

Dimana:

- W = beban angin
- R = beban hujan
- L = beban hidup
- D = beban mati
- Lr = beban hidup padaatap
- E = beban gempa

Dimana untuk perhitungan pembebanan menggunakan SAP 2000 beban struktur itu sendiri sudah dihitung oleh program. Sehingga hanya memasukan beban pendukung lainnya seperti untuk beban mati contohnya beban Beban spasi + keramik, beban plumbing dan beban plafond, sedangkan untuk beban hidup itu sendiri berupa beban orang yang ada pada gedung aula berdasarkan peraturan pembebanan SNI 1727-2013 serta beban lainnya seperti beban air hujan dan beban angin.

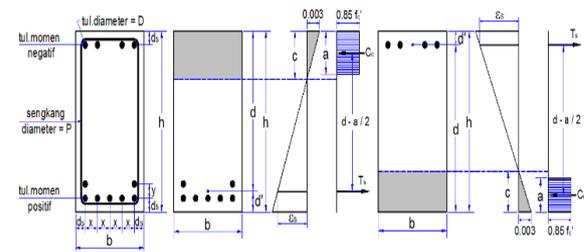
2.5 Struktur Atas

Berbagai elemen pembangunan yang terletak di atas tanah disebut sebagai upper structure atau struktur atas. Pemodelan Gedung Asrama yang peneliti kaji ini mempunyai supper structure berupa balok, kolom, plat dan beton bertulang sebagai struktur perencanaannya.

1. Balok

Berbagai beban tributari disalurkan ke kolom penyangga berbentuk vertikal dari plat lantainya melalui unsur struktur yang biasa disebut balok. Secara umum, unsur balok ini akan digunakan setelah melalui proses pengecoran melalui plat secara monolit untuk menciptakan tumpuan tepi berbentuk L dan tumpuan dalam berbentuk T yang kemudian di bagian bawah atau atasnya ditulangi secara struktural. SNI 2847-2013 menyatakan bahwa reinforced concrete (beton bertulang) diartikan sebagai beton struktural yang dilengkapi tulangan dalam jumlah dan luas sesuai standar yang ada tanpa pra-tegang yang dibuat

sesuai asumsi bahwa keduanya mampu menahan berbagai gaya seperti gaya lateral atau entur.



Gambar 2. Detail penampang balok
(Sumber : SNI 2847-2013)

2. Pembesian Balok Tulangan Lentur

Berdasarkan SNI 2847-2013 di dapatkan rumus pembesian balok lentur (longitudinal) yaitu:

- Untuk : $fc' \leq 30 \text{ MPa}$, $\beta_1 = 0,85$
- Untuk : $fc' > 30 \text{ MPa}$, $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times (fc' - 30) / 7$

Tulangan dengan keadaan seimbang mempunyai rasio:

$$\rho_b = \beta_1 \times 0,85 \times fc' / fy \times 600 / (fy + 600) \tag{1}$$

Rmax/Unsur beban momen maksimal:

$$0,75 \times \rho_b \times fy \times [1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times \rho_b \times fy / (0,85 \times fc')] \tag{2}$$

Kekuatan unsur reduksi lenturnya:

$$\phi = 0,80$$

Selisih sisi luar beton dengan tulangannya: $ds = ts + \phi + \phi / 2$ (3)

Banyaknya tulangan pada 1 baris:

$$ns = (b - 2 \times ds) / (25 + \phi) \tag{4}$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara

$$x = (b - ns \times \phi - 2 \times ds) / (ns - 1) \tag{5}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan, $y = \phi + 25$

Momen positif nominal rencana, $Mn = Mu + / f$ (6)

Faktor tahanan momen, $Rn = Mn \times 106 / (b \times d^2)$ (7)

dimana $Rn < Rmax$

Rn/unsur beban momen: $Mn \times 106 / (b \times d^2)$ (8)

Efektifitas tinggi balok: $(d=h-d)$ (9)

Tulangan yang dibutuhkan mempunyai rasio:

$$\rho = 0,85 \times fc' / fy \times [1 - \sqrt{1 - 2 \times Rn / (0,85 \times fc')}] \tag{10}$$

As/Luas tulangan yang dibutuhkan:
 $d \times b \times \rho$ (11)

Banyaknya tulangan yang dibutuhkan,
 $n = A_s / (\rho / 4 \times D^2)$ (12)

Luas tulangan terpakai, $A_s = n \times \pi / 4 \times D^2$ (13)

Letak titik berat tulangan, $d' = \sum [n_i \times y_i] / n$ (14)

Tinggi efektif balok, $d = h - d'$ (15)

$a = A_s \times f_y / (0.85 \times f_c' \times b)$ (16)

Mn (Momen nominal): $A_s \times f_y \times (d - a / 2) \times 10^{-6}$ (17)

Tahanan momen balok, $\phi \times Mn$ (18)

Dimana syarat harus di penuhi $\phi \times Mn > Mu+I$

3. Pembesian Balok Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 2847-2013 di dapatkan rumus pembesian tulangan geser pada balok memanjang yaitu:

f_y atau tegangan leleh pada tulangan geser

Faktor reduksi kekuatan gesernya: $\phi = 0,60$

V_u atau gaya geser ultimit perencanaan

V_c /kekuatan geser beton:

$(\sqrt{ f_c' }) / 6 \times b \times d \times 10^{-3}$ (19)

Tahanan geser beton, $\phi \times V_c$ (20)

Luas tulangan geser sengkang, $A_v = n_s \times p / 4 \times P_2$ (21)

Jarak sengkang yang diperlukan, $s = A_v \times f_y \times d / (V_s \times 10^3)$ (22)

Jarak sengkang maksimum, $s_{max} = d / 2 =$ (23)

Dimana syarat sengkang maksimum ialah 250 mm



Gambar 3. Detail penulangan balok (Sumber : SNI 2847-2013)

2.6 Metode Elemen Hingga SAP 2000

MEH (Metode Elemen Hingga) saat ini sangat populer digunakan dalam merancang struktur pembangunan karena sudah terbukti dan teruji akurat dalam hal menganalisa rancangan tegangan gedung. Akan tetapi metode ini juga mempunyai kekurangan berupa dibutuhkan sebuah alat bantu komputer dengan salah satu program struktur yaitu SAP 2000

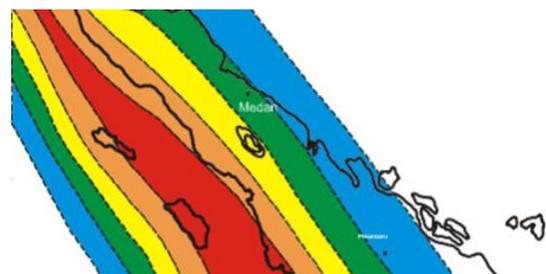
dalam perancangannya karena terdapat analisa beban komputasi yang tidak bisa dihitung secara manual (Mardiyanto, 2010).

Berbagai masalah dalam pemodelan matematika dan rekayasanya berupa masalah persamaan diferensial numerik biasa dipecahkan atau diatasi melalui metode FEM (Finite Elements Method). Permasalahan yang paling umum biasanya timbul dalam area potensi elektromagnetik, transportasi massa, aliran fluida, perpindahan panas, atau analisis struktural lainnya. Terdapat 3 variabel ruang yang berbeda dalam metode FEM ini, yakni berbagai permasalahan mengenai nilai batas. Para perencana biasanya mendesain dan menganalisis struktur bangunan 3D maupun 2D melalui program komputer bernama Struktural Analysis Program (SAP) 2000 melalui berbagai kombinasi secara dinamik maupun statik. Dasar perhitungan atau penganalisisan SAP 2000 adalah melalui MEH (metode Elemen Hingga).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berdasarkan SNI 03-1726-2002 terletak di zona wilayah gempa 3 tepatnya di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Bangunan yang penulis rencanakan ini terletak di jalan Talun kenas Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang, yang dilaksanakan di lahan 15,5 m x 17 m dengan ukuran bangunan Aula 15,45 m x 20 m. Struktur portal menggunakan konstruksi beton bertulang.



Gambar 4. Lokasi penelitian zona wilayah Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara (Sumber : SNI 1726-2002)



Gambar 5. Lokasi gedung berdasarkan citra satelit (Sumber : Google maps)

3.2 Desain Penelitian

Peneliti perlu mempelajari dan menghimpun berbagai literature mengenai perencanaan untuk membuat desain penelitian sebagai data yang mendasari pembuatan desain penelitiannya. Berikut beberapa hal yang peneliti lakukan pada tahapan ini:

1. Menghimpun berbagai informasi mengenai data sekunder pemodelan gedung.
2. Menghimpun beragam literature referensi dalam menetapkan tinjauan pustaka dan metode penelitian melalui berbagai media seperti internet ataupun buku.
3. Mengolah lalu menganalisa data yang ada
4. Menyusun rencana pemodelan objek penelitian.
5. Merancang serta menganalisa struktur balok bertulang yang peneliti gunakan melalui *software* (perangkat lunak) SAP 2000
6. Memanfaatkan perangkat lunak AUTOCAD dalam membuat gambar struktur.
7. SNI Beton 2013
8. SNI Pembebanan 2013
9. SNI Gempa 2012
10. Menyimpulkan hasil yang didapatkan.

3.3 Pengumpulan Data

Peneliti mengklasifikasikan data-data yang dihipunnya sebagai bahan dasar pengkajian penelitian ke dalam dua jenis, yakni data sekunder serta data primer.

1. Deskripsi Bangunan

Tahap awal yang peneliti lakukan ialah menghimpun berbagai data dilapangan dan gempa di wilayah Deli Serdang, Sumatera Utara, setelah itu menghitung berbagai beban yang ada, menyusun model struktur, menganalisa dan membandingkan hasilnya, kemudian menyimpulkan hasil akhir yang diperoleh. Perhitungan beban terdiri atas beban gempa, hidup, maupun mati menurut SNI 1727-2013.

Tabel 3. Deskripsi Bangunan

Kriteria	Deskripsi
Material Bangunan	Beton bertulang
Fungsi/Jenis Bangunan	Gedung Aula
Lokasi	Deli Serdang
Banyaknya Lantai	2
Tinggi Bangunan	11,68 Meter
Tinggi Antar Tingkat	
Lantai 2	4,05 Meter
Tinggi Tingkat Antar	
Lantai 1	4,15 Meter
Lebar Bangunan	15,45 Meter
Panjang Bangunan	20 Meter
Tipe anah	Lunak
Mutu Baja	400 Mpa
Mutu Beton	25 Mpa
Ukuran Kolom	<ul style="list-style-type: none"> • K1 Kolom 400x800 • K2 Kolom 400x400 • K3 Kolom 200x400 • Kp Kolom 150x150
Ukuran Balok	<ul style="list-style-type: none"> • B1 Balok 400x800 • B2Balok 400x800

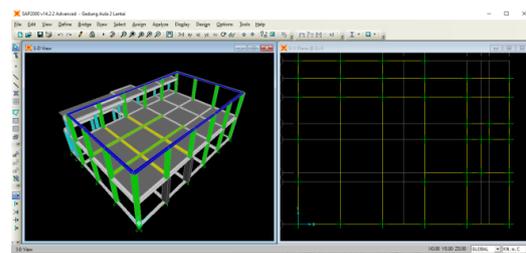
- B3 Balok 300x400
- B4 Balok 200x400
- TB1 Balok 200x400
- TB2 Balok 150x200
- RB Balok 200x250

3.4 Langkah InputSAP 2000

Para perencana biasanya mendesain dan menganalisis struktur bangunan 3D maupun 2D melalui program komputer bernama Struktural Analysis Program (SAP) 2000 melalui berbagai kombinasi pembebanan secara dinamik maupun statik, Dimana untuk langkah-langkah utama pemodelan gedung SAP 2000 ialah:

1. Mendefinisikan Units Satuan yang akan digunakan

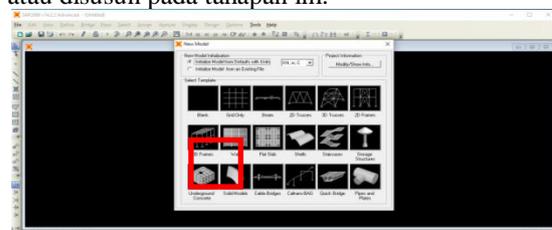
Agar hasil tampilan dari pengerjaan pemodelan bisa menyatu secara seragam, maka di awal pengerjaan perlu mendefinisikan dan menyatukan berbagai satuan atau unit yang ada terlebih dahulu.



Gambar 6. Unit satuan yang digunakan

2. Menyusun atau mendefinisikan model struktur geometri

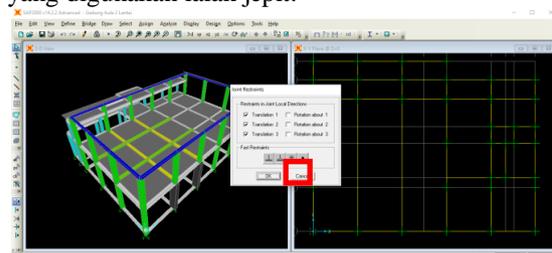
Model tinggi dan panjangnya bentang bangunan menurut arah Y dan X akan didefinisikan atau disusun pada tahapan ini.



Gambar 7. Membuat model struktur

3. Menetapkan restraints/perletakan

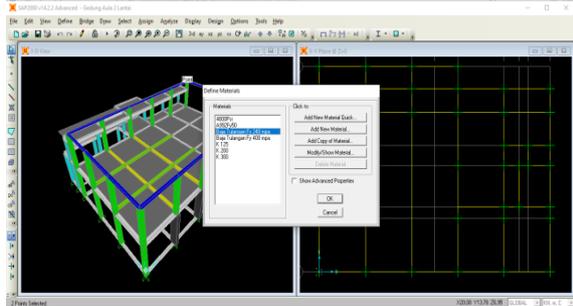
Pembuatan model struktur perlu mendefinisikan atau menetapkan perletakannya melalui menu dalam tahapan ini. Dimana perletakan yang digunakan ialah jepit.



Gambar 8. Membuat perletakan

4. Menetapkan material

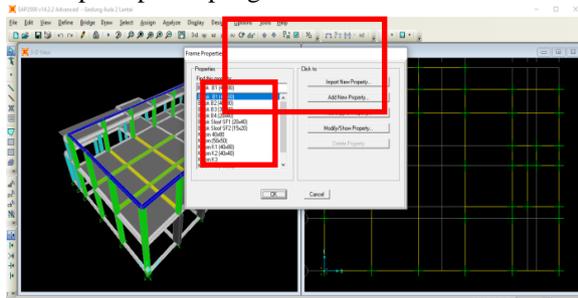
Peneliti bisa menetapkan sendiri berbagai material atau bahan yang diperlukan, bisa berupa baja tulangan, beton bertulang, atau lainnya. Mutu beton pada pemodelan gedung ini termasuk ke dalam jenis fy 400 Mpa (baja tulangan) dan f'c 25 Mpa (beton).



Gambar 9. Material yang digunakan

5. Menetapkan penampangnya

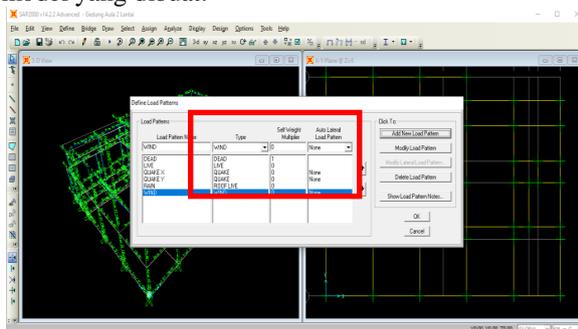
Berbagai komponen dalam struktur berupa pelat, kolom, dan balok dijadikan dasar dalam menetapkan penampang.



Gambar 10. Penampang struktur yang digunakan

6. Menetapkan tipe beban

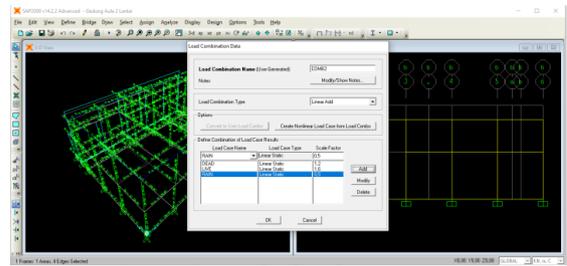
Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam tahapan ini, seperti gempa, angin, beban hidup, beban mati tambahan, berat struktur, serta berbagai faktor alam yang mampu memengaruhi model yang dibuat.



Gambar 11. Type beban yang digunakan

7. Menetapkan kombinasi beban

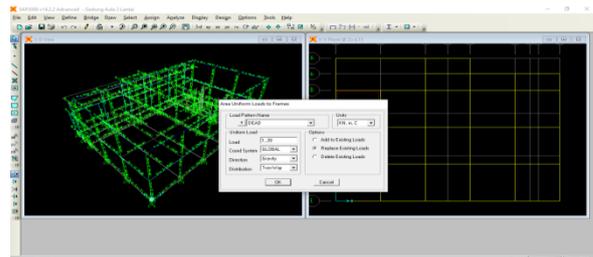
Seberapa besar pengaruh maksimal beban terhadap model struktur yang telah disusun perlu diketahui dengan mengkombinasikan seluruh tipe beban yang ada melalui *load factor*. Salah satu contoh kombinasinya yakni 0,5R + 1,6 L + 1,2 D.



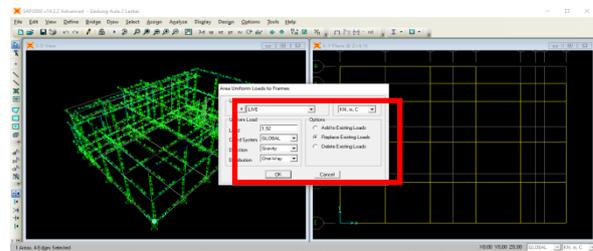
Gambar 12. Kombinasi 2

8. Penginputan beban yang bekerja

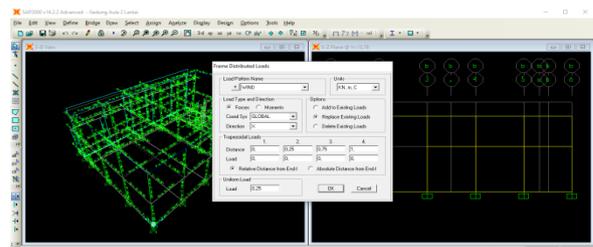
Dalam software SAP 2000 untuk beban struktur itu sendiri telah dihitung oleh program berdasarkan data-data struktur beton bertulang seperti balok, kolom, plat lantai, sedangkan untuk beban beban pendukung lainnya di input manual dalam program SAP 2000 dan penginputan data gempa *response spectrum*. Untuk detail penginputan dapat dilihat pada Gambar 3.13 – 3.16.



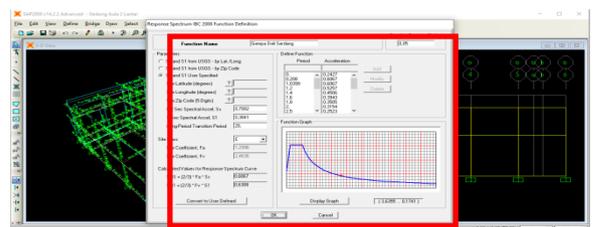
Gambar 13. Penginputan beban mati pendukung



Gambar 14. Penginputan beban hidup



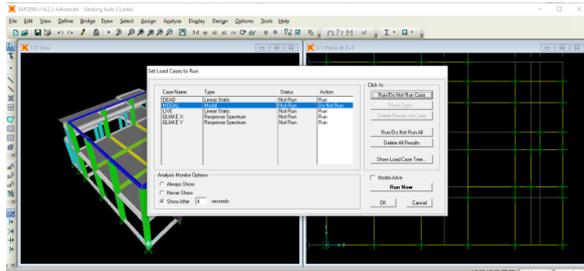
Gambar 15. Penginputan beban angin



Gambar 16. Penginputan beban gempa *response spectrum*

9. Melihat Hasil (*Running Program*)

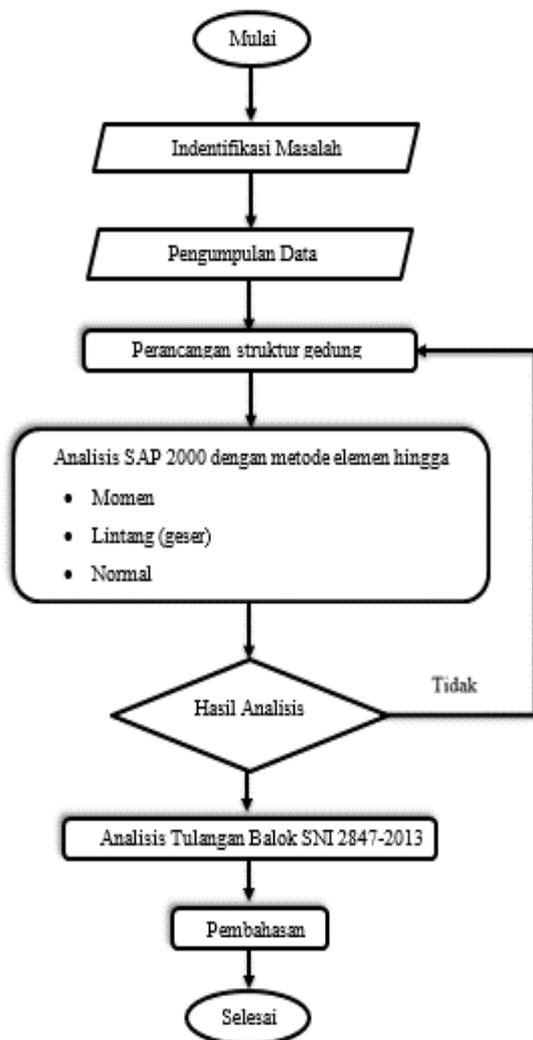
Peneliti perlu menjalankan program yang dihasilkan setelah melalui berbagai tahapan analisa maupun tahapan lainnya agar mengetahui hasil yang diperoleh. Setelah itu, mempresentasikan hasil analisisnya melalui berbagai gaya seperti defleksi, torsi, momen, gaya geser, maupun reaksi perletakan sebagai tahapan terakhirnya.



Gambar 17. Running program

3.5 Bagan Alir Penelitian

Secara keseluruhan proses kegiatan penyusunan skripsi ini dapat digambarkan seperti bagan berikut.



Gambar 18. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada ini dijelaskan tentang hasil penelitian yang dilakukan, dimulai dari pengumpulan data yang dibutuhkan, pengolahan data hingga pembahasan dari analisis. Analisis tersebut berupa analisa penulangan balok ukuran 40 cm x 80 cm dengan bentang 12 m tanpa ditopang oleh sebuah kolom.

4.1 Analisa Data

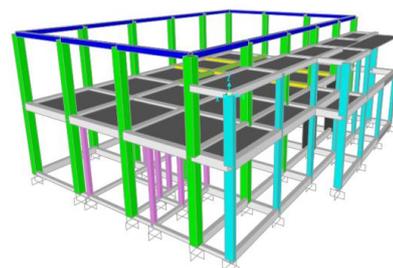
Analisa yang digunakan dalam mencari gaya-gaya yang bekerja pada balok menggunakan bantuan program SAP 2000 dengan metode elemen hingga. Untuk Analisa tulangan balok lentur dan geser menggunakan analisa SNI 2847-2013.

4.2 Perhitungan Software SAP 2000

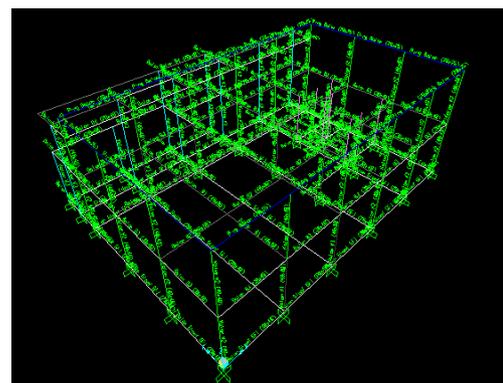
Dalam proses ini merupakan hal yang sangat penting dalam mencari gaya-gaya ultimit yang terjadi pada struktur gedung terutama gaya-gaya maksimum yang terjadi pada struktur balok. Melalui beragam kombinasi pembebanan, struktur bisa dianalisa secara dinamik ataupun statik.

1. Pemodelan Gedung SAP 2000

Dalam langkah ini pemodelan gedung di lakukan berdasarkan dari data shop drawing pada gedung tersebut .Dimana untuk deskripsi bangunan dapat dilihat pada Gambar 19 dan 20.



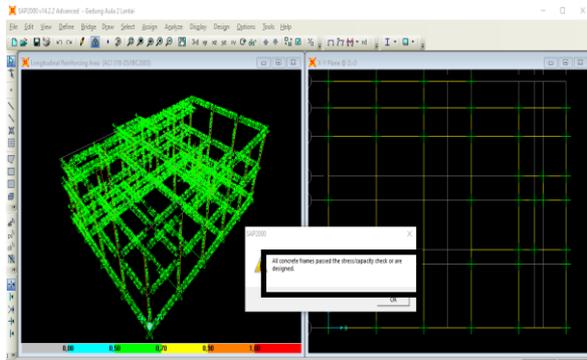
Gambar 19. Pemodelan 3D gedung asrama dengan SAP 2000



Gambar 20. Grid pemodelan gedung asrama dengan SAP 2000

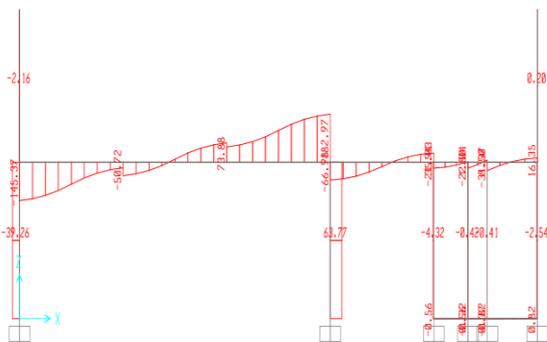
2. Hasil Gaya SAP 2000

Setelah pemodelan yang di lakukan sudah benar berdasarkan dari data shop drawing pada struktur gedung aula maka akan di lakukan running program untuk melihat tidak ada terjadi kegagalan struktur. Dalam hasil program SAP 2000 telah dihitung sendiri oleh program dengan metode elemen hingga.

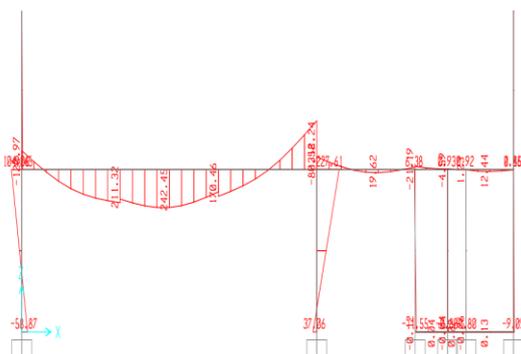


Gambar 21. Hasil cek kegagalan struktur/over stress

Setelah hasil *running program* dinyatakan aman tanpa ada salah satu frame/bentang yang mengalami *over stress* langkah selanjutnya pengambilan data-data gaya maksimum.



Gambar 22. Hasil gaya geser



Gambar 23. Hasil gaya momen

Berdasarkan hasil data yang di hasil program yang terlampir di dapatkan gaya geser maksimum dan gaya momen maksimum sebagai berikut:
 Gaya Geser Ultimit (V_u) : 218,26 kN

Momen Ultimit Tumpuan (M_u^-) : 388,435kN-m

Momen Ultimit Lapangan (M_u^+) : 283,483 kN-m

4.3 Analisa Tulangan Balok

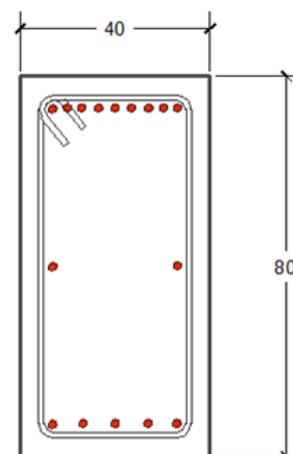
Dalam proses ini analisa tulangan balok menggunakan bantuan program ms.excel untuk mempermudah analisa dalam trial and error jumlah luas tulangan balok tulangan tersebut. Dalam penelitian ini untuk menghitung luas tulangan pada balok ukuran 40 cm x 80 cm menggunakan perhitungan berdasarkan SNI 2847-2013. Dalam langkah perhitungan ini sangat di perlukan data gaya-gaya seperti momen, lintang (geser), dan normal yang di dapatkan oleh program SAP 2000. Dimana untuk jarak minimum tulangan utama sebesar 25 mm dan untuk jarak tulangan samping maksimum sebesar 300 mm.

Berdasarkan hasil analisa luas tulangan yang di hitung akan di bandingkan dengan hasil yang ada di lapangan dapat di lihat pada Tabel 4.1. Dimana ukuran balok yang akan di evaluasi tetap menggunakan ukuran yang sama yaitu 40 cm x 80 cm.

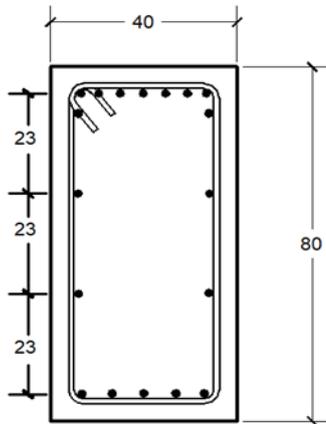
Tabel 4. Hasil perbandingan luas tulangan di lapangan dengan hasil evaluasi

Jenis Tulangan	Hasil Dilapangan	Hasil Evaluasi
Tulangan lapangan	8D 16	7D 16
Tulangan tumpuan	9D 16	9D 16
Beugel/Senggang	D 10-150	D10-200

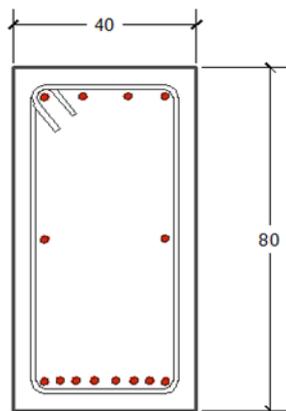
Berdasarkan perhitungan analisa terdapat perbedaan jumlah tulangan lapangan dengan selisih 1 batang dengan hasil evaluasi didapatkan lebih sedikit 1 batang, dan perbedaan jarak sengkang di mana hasil evaluasi lebih hemat 50 mm dari hasil lapangan. Untuk perletakan tulangan utama pada balok tumpuan memiliki perbedaan



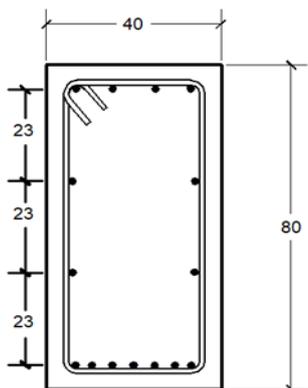
Gambar 24. Detail balok tumpuan pada proyek



Gambar 25. Detail balok tumpuan hasil evaluasi



Gambar 26. Tulangan lapangan balok pada proyek



Gambar 27. Tulangan lapangan balok hasil evaluasi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari evaluasi desain balok dengan ukuran 40 cm x 80 cm dengan bentang 12 tanpa ditopang kolom melalui analisa dengan SNI 2847-2013 sudah cukup memenuhi syarat keamanan struktur. Dimana terdapat perbedaan dari hasil analisa dan perletakan tulangan pada balok tersebut.

2. Setelah mengevaluasi hitungan banyaknya balok tumpuan (tulangan tarik) hasilnya ialah 9 D 16 serta tulangan tekan (lapangan) 7 D 16 dan tulangan sengkang D 10-200. Angka tersebut dinyatakan mampu menahan beban balok sehingga segala persyaratan perencanaan sudah terpenuhi. Kesimpulan akhirnya menyatakan bahwa perolehan hasil analisa perhitungan evaluasi balok mempunyai perbedaan pada tulangan lapangan dan sengkang dengan hasil di lapangan yaitu tulangan tarik (tumpuan) 9 D 16 serta tulangan tekan (lapangan) 8 D 16 dan tulangan sengkang D 10-150.

5.2 Saran

1. Saat melakukan perletakan tulangan perlu di perhatikan pembagian tulangan utama jarak minimum 25 cm & jarak tulangan samping tidak boleh lebih dari 30 cm.
2. Berdasarkan hasil analisa di dapatkan perbedaan jumlah tulangan dengan hasil lapangan, maka sangat di sarankan menggunakan tulangan hasil analisa yang lebih sedikit agar menghemat biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] American Society of Civil Engineer, 2016. *Minimum Design Load for Buildings And Other Structures*. ASCE 7-16.
- [2.] Faizah, R. 2015, *Pengaruh Frekuensi Gempa terhadap Respons Bangunan Bertingkat*, Seminar Nasional Teknik Sipil V, (1), pp. 59–66.
- [3.] Hanapi, R., Sumarman. 2017, *Analisis Perencanaan Struktur Gedung Sekolah Pelita Bangsa Kota Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013*, Jurnal Konstruksi, (5), pp. 435-444.
- [4.] Istiqomah, I., Firmanto, A. 2017, *Analisis Dan Perencanaan Struktur Gedung Hotel Matraman Jakarta Timur*, Jurnal Konstruksi, (5), pp. 400-411.
- [5.] Nugraha, S., Firmanto, A. 2016, *Analisis Perencanaan Gedung Kantor Samsat Kabupaten Kuningan Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2013*, Jurnal Konstruksi, (6), pp. 519-526.
- [6.] Nadya, S., Surya, S. and Masdar, H. 2018, *Analisis Pengaruh Beban Gempa pada Gedung Tiga Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen*, Jrsdd, 6(3), pp. 273–282.
- [7.] Prasetyo, A. 2018, *Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa Dengan Menggunakan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan Peraturan SNI 2847:2013, SNI 1727:2013 dan SNI 1726:2012*, Logika, (3), pp. 34-50.

- [8.] Simanjuntak, P. 2020, *Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia*, Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan - CENTECH, 1(1), pp. 44–53.
- [9.] SNI 1726, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 149 hlm.
- [10.] SNI 1726, 2019, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 149 hlm.
- [11.] SNI 2847, 2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 265 hlm.
- [12.] Zahra, H. 2021, *Perencanaan Gedung Asrama Putri Pondok Pesantren Tahfidz Qur'an (PPTQ) Parit 24 Tembilahan Hilir Kecamatan Tembilahan Kabupaten Indragiri Hilir*, Structure Technology Management Journal, (1), pp. 23-27.