

REDESAIN PERENCANAAN GEDUNG TRASA MART SLAWI MENGUNAKAN STRUKTUR BETON BERTULANG

Okky Hendra Hermawan¹, Adam Kurmiawan², Teguh Haris Santoso³, Weimintoro⁴

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, okky_hendra@upstegal.ac.id

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, Kurniawanadam498@gmail.com

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, tesant73@gmail.com

⁴Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, weimintoro@upstegal.ac.id

Diterima: 31-07-2021 | Disetujui: 15-08-2021

ABSTRACT

Perencanaan ulang beton bertulang pada struktur Trasa Mart Kecamatan Slawi Tegal ini bertujuan untuk mengetahui bentuk desain ulang dan seberapa besar kekuatan struktur beton bertulang tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang menggunakan beton bertulang sesuai dengan SNI 2847-2013. Dimana model bangunan Sistem Rangka Momen Khusus. Struktur yang akan direncanakan adalah gedung Trasa Mart 2 lantai, dimana gedung akan direncanakan dengan balok dan kolom menggunakan komponen struktur dan sambungannya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Pada perhitungan balok tulangan longitudinal B1 (35x60) diperoleh hasil yang sama pada struktur yaitu Ø 8 - 250 pada tumpuan (1/4L) dan Ø 8 - 450 pada bentang tengah (1/2L), pada perhitungan kolom tulangan memanjang K1 (50x50) didapatkan hasil yang sama untuk semua struktur yaitu 16D16, mendesain ulang struktur gedung Trasa Mart Slawi, maka kami mencoba menjadikan cara pelaksanaan pekerjaan sebagai salah satu syarat teknis. Pekerjaan yang akan dilaksanakan diatur menurut aturan pelaksanaan.

Kata kunci: Metode beton bertulang

1. PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu dan perkembangan zaman di Indonesia manusia dapat berinovasi merancang bangunan-bangunan dengan beberapa gaya bangunan yang lebih modern. Selain itu dalam merancang sebuah bangunan struktur, kita membutuhkan beberapa material yang dapat digunakan sebagai bahan pelaksanaannya. Material struktural yang dapat digunakan diantaranya kayu, bambu, beton bertulang, baja, atau pun material pendukung lainnya (Agus & Syafril, 2016) Pada konstruksi bangunan gedung jenis struktur yang dapat dipergunakan dalam membuat suatu bangunan diantaranya adalah jenis struktur baja dan struktur beton bertulang. Kedua elemen tersebut memiliki perbedaan terhadap sifat dari material, metode pelaksanaan dan yang paling utama terhadap segi kekuatan serta biaya. (Iga, 2016) Akan tetapi, saat ini pembangunan gedung di Kab. Tegal lebih banyak menggunakan beton bertulang dari pada baja karena pada umumnya baja lebih mahal dari pada beton. Beton bertulang merupakan

Seiring dengan berjalannya waktu, teknologi beton bertulang terus berkembang harus diikuti pula dengan peraturan-peraturan dan ketentuan-ketentuan yang dapat disesuaikan. Perencanaan beton bertulang mengacu pada SNI 2847 – 2013. Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perencanaan dan analisis struktur beton bertulang adalah lekatan batang tulangan baja dengan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi penggelinciran atau pergeseran. (Ananda, 2018) Dalam skripsi ini bangunan Gedung Trasa mart Slawi yang terletak di Jalan Raya Sel. Banjaran No.87, Mingkrik, Procot, Slawi, Tegal, Jawa Tengah 52411, Indonesia. Akan di redesain perencanaan dengan menggunakan beton bertulang. Struktur bangunan sebagai alternatif dengan beton bertulang. jenis bangunan beton bertulang akan direncanakan dengan balok dan kolom dimana komponen-

komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang berkerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Dalam Tugas Akhir ini perhitungan untuk bangunan Trasa Mart 2 lantai menggunakan Software SAP2000 V.7 dan perhitungan gaya/beban gempa yang bekerja dengan metode Analisis Statik Ekuivalen.

2. LANDASAN TEORI

Beton Bertulang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat lainnya yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (workability), durabilitas, dan waktu pengerasan. Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat rendah. (Mc Cormac, 2004:1).

Mengacu pada SII 0136-80, Dipohusodo menyebutkan pengelompokan baja tulangan untuk beton bertulang sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Jenis dan kelas baja tulangan menurut SII 0136-80

| Jenis | Kelas | Simbol | Batas Ulur Maksimm (MPa) | Kuat Tarik Minimum (MPa) |
|-------|-------|---------|--------------------------|--------------------------|
| Polos | 1 | BJTP-24 | 235 | 382 |
| | 2 | BJTP-30 | 294 | 480 |
| | 1 | BJTD-24 | 235 | 382 |
| | 2 | BJTD-30 | 294 | 480 |
| Ulir | 3 | BJTD-35 | 343 | 490 |
| | 4 | BJTD-40 | 392 | 559 |
| | 5 | BJTD-50 | 490 | 610 |

Sumber: Dipohusodo:1999

Perencanaan Pembebanan

Pada penyelesaian perhitungan untuk perencanaan bangunan gedung 2 (dua) lantai Trasa Mart Slawi ini, penulis mengambil acuan yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya :

- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.(SNI – 2847 – 2013).
- Pendoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.(SNI – 2847 – 2013).
- Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, (SNI 1726:2012).

Deskripsi Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan ini adalah sebagai berikut:

- Beban Mati (DL)

Beban dari berat sendiri elemen-elemen tersebut diantaranya sebagai berikut:

- Beton = 2400 kg/m³
- Tegel (24 kg/m²) + Spesi (21 kg/m²) = 45 kg/m³
- Plumbing = 10 kg/m³
- Plafond + Peggantung = 18 kg/m³
- Dinding ½ bata = 250 kg/m²

Beban tersebut harus disesuaikan dengan volume elemen struktur yang akan digunakan. Karena analisis dilakukan dengan program SAP2000, maka berat sendiri akan dihitung secara langsung.

- Beban Hidup (LL)

Beban hidup yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Beban Hidup pada Lantai Gedung adalah Beban hidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman pembebanan yang ada, yaitu sebesar 250 kg/m².
- Beban Hidup pada Atap Gedung adalah Beban hidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman pembebanan yang ada, yaitu sebesar 100 kg/m².

c) Beban Gempa (E)

Analisis yang digunakan dalam perencanaan gempa ini adalah metode analisis Statik Ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut. Berdasarkan SNI 1726-2002, beban geser dasar nominal statik ekuivalen (V) yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$V=(c.I)/R \cdot Wt \tag{1}$$

Dimana:

V = adalah gaya geser dasar rencana total, N

R = adalah faktor modifikasi respons

Wt = adalah berat total struktur, N

I = adalah Faktor keutamaan gedung

C = adalah Nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.

Gaya geser nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan:

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i}} \tag{2}$$

dengan W_i = berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai, Z_i = ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral, N= nomor lantai tingkat paling atas.

Apabila rasio antara tinggi struktur gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan atau melebihi 3, maka 0.1 V harus dianggap sebagai beban horizontal terpusat yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat paling atas, sedangkan 0.9 V sisanya harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen. Untuk menentukan waktu getar alami struktur gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut:

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i}} \tag{3}$$

dengan W_i =berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai, Z_i =ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral, N = nomor lantai tingkat paling atas, d_i =simpangan horizontal lantai tingkat ke-i dinyatakan dalam mm, g = percepatan gravitasi sebesar 9810 mm/detik².

Kombinasi Pembebanan

Dengan mengacu pada kombinasi pembebanan SNI 2847-2013, standar kombinasi pembebanan sebagai berikut:

- 1,4 DL;
- 1,2 DL + 1,6LL + 0,5 (L atau R)
- 1,2 DL + 1,6 (L_r atau R) + (L atau 0,5W)
- 1,2 DL + 1,0W + L + 0,5 (L_r atau R)
- 1,2 DL + 1,0E + L
- 0,9 D + 1,0 W
- 0,9 DL – 1,0 E

dengan DL = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap, L= Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain, E = Beban gempa, W = Beban angin.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Penelitian

Dalam pengerjaan Penelitian ini, yang digunakan sebagai objek kajian yang dibahas adalah berupa struktur portal beton bertulang pada bangunan Trasa Mart Slawi. Dari beberapa struktur portal yang ada, dipilih portal yang dipandang bisa mewakili portal-portal yang lain. Perhitungan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur portal berlantai 2 digunakan analisis portal 3 dimensi dengan menggunakan SAP 2000 v.7 yang dibuat oleh *Computers and Structures, Inc. University Avenue Berkeley, California 94704 USA*.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam proyek akhir ini adalah Bangunan Trasa Mart Slawi yang terdiri dari 2 lantai.

Tahap Pengumpulan data

- a) Observasi (Pengamatan)
Observasi dilakukan untuk mengetahui situasi objek yang sedang dikaji yaitu dengan cara melakukan tinjauan langsung pada Bangunan Trasa Mart Slawi.
- b) Pengambilan data yang sudah ada
Pengumpulan data-data primer yang sudah ada dari perusahaan yang berkaitan dengan pembangunan Bangunan Trasa Mart Slawi berupa gambar-gambar pekerjaan proyek pembangunan Bangunan Trasa Mart Slawi diantaranya yaitu Gambar Arsitektur dan Gambar Struktur dan hasil perhitungan struktur.
- c) Studi literature
Kajian ini diambil dari publikasi Hasil penelitian para pakar di dunia teknik sipil, peraturan-peraturan yang berlaku, dan buku-buku pelajaran terutama yang berhubungan dengan tema proyek akhir ini.

Analisa Data

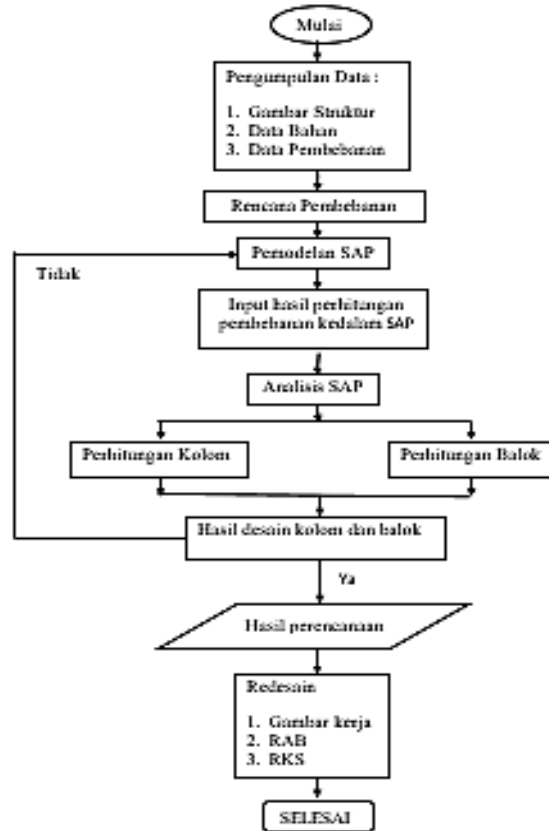
Analisis data untuk beban gempa statik ekuivalen yaitu dengan meninjau beban-beban gempa statik ekuivalen, sehubungan dengan sifat struktur gedung beraturan yang praktis berperilaku sebagai struktur 3 dimensi, sehingga respons dinamikanya praktis hanya ditentukan oleh respons ragamnya yang pertama dan dapat ditampilkan sebagai akibat dari beban gempa statik ekuivalen. Faktor pembebanan yang digunakan yaitu :

- 1,4 DL;
- 1,2 DL + 1,6LL + 0,5 (L atau R)
- 1,2 DL + 1,6 (L_r atau R) + (L atau 0,5W)
- 1,2 DL + 1,0W + L + 0,5 (L_r atau R)
- 1,2 DL + 1,0E + L
- 0,9 D + 1,0 W
- 0,9 DL – 1,0 E

Hasil output dari program SAP 2000 Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structures Version 7 dengan kombinasi beban yang digunakan hanya untuk mencari analisis mekaniknya saja, dengan mengambil nilai momen terbesar pada elemen struktur tertentu yang sama dimensinya.

Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Redesain Struktur

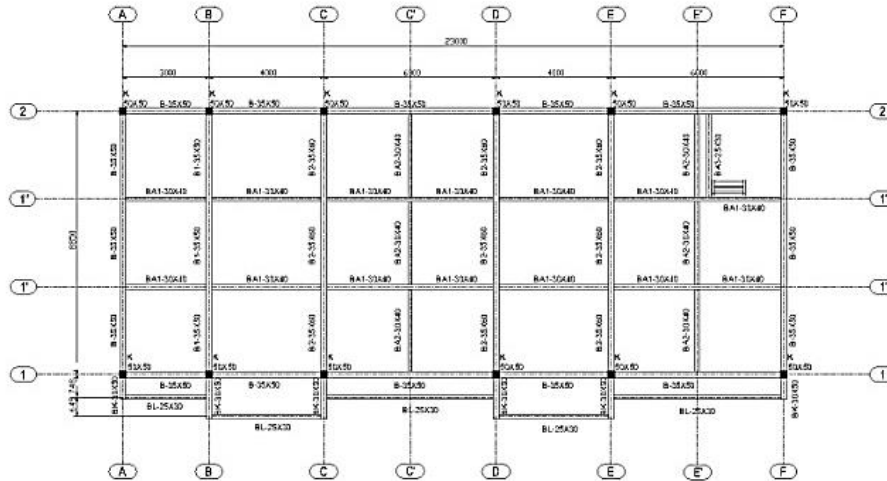
Dalam Penelitian ini, akan dilakukan Perencanaan struktur maupun redesign gedung secara keseluruhan harus dimulai dari data gambar baik dengan tata ruang dan instalasinya. Acuan perencanaan bangunan gedung struktur beton bertulang yang dipakai sesuai dengan SNI-03-2847-2013 dan tata cara perhitungan struktur tahan gempa mengikuti acuan peraturan gempa SK SNI – 1991 dan SNI- 2002 . Peraturan struktur beton bertulang dalam SNI-03-2847-2002 dengan SNI 2847-2013 masih memiliki persamaan dalam perhitungan perencanaan. Jadi peraturan SNI 2002 masih dapat digunakan. Dimensi balok:

- B1 = 35 x 60
- B2 = 35 x 60
- B3 = 40 x 60
- B4 = 15 x 25
- B5 = 20 x 32,5
- Ba3 = 25 x 45
- B6 = 20 x 32,5
- B7 = 20 x 40
- B8 = 40 x 60
- Ba1 = 20 x 30
- Ba2 = 20 x 35

Dimensi kolom :

- K = 50 X 50

Berikut adalah denah bangunan yang direncanakan:



Gambar 2. Denah Redesain Struktur yang direncanakan

Data Geometri Struktur

Data karakteristik geometri bangunan adalah sebagai berikut:

- a) Bangunan trasa 2 lantai;
- b) Tinggi lantai dasar adalah 3,5 meter dan tinggi antar lantai tipikal selanjutnya adalah 3,5 meter;
- c) Lokasi pembangunan terletak pada wilayah gempa Zona 4 dengan kondisi tanah sedang;
- d) Struktur utama direncanakan dengan system portal terbuka, kondisi kolom dan balok menggunakan struktur beton bertulang, pelat atap dan pelat lantai menggunakan pelat beton bertulang dengan tebal 120 mm.

Premiliminari Struktur

Komponen Struktur yang terdapat pada bangunan ini meliputi balok, kolom dan plat akan direncanakan terlebih dahulu dimensi awal dari komponen struktur bangunan (Pra Perencanaan).

- a) Material
 Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material beton bertulang. Pendefinisian material akan dilakukan pada program SAP 2000 Ver.7. Material beton bertulang yang digunakan pada struktur bangunan ini mempunyai mutu f_c 25 Mpa (beton) dan f_y 400 Mpa (baja).
- b) Balok dan Kolom
 Komponen struktur balok dan kolom dihubungkan dengan sambungan yang kaku sehingga tempat terjadinya sendi plastis adalah pada kedua ujung balok dan pada ujung bawah kolom lantai dasar.

Pembebanan Struktur

- a) Beban Mati
 Berat Jenis Material dan Berat pelat per m.
 Berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m³
 Berat jenis beton tumbuk = 2200 kg/m³
 Berat jenis pasangan bata = 1700 kg/m³
 1. Berat yang dibebani pelat lantai per meter persegi
 - a. Berat sendiri pelat ($t=12$ cm)' $0.12*2400 = 288$ kg/m²
 - b. Berat finishing (adukan=kramik); $t = 5$ cm $0.05*2200 = 110$ kg/m²
 - c. Berat plafond + ME (diperkirakan) 36 kg/m² = 36 kg/m = 246 kg/m² = 150 kg/m²
 2. Berat yang dibebani pelat atap/dak per meter persegi
 - a. Berat sendiri pelat atap/dak ($t=10$ cm) $0.10*2400 = 240$ kg/m²
 - b. Berat finishing (leveling+waterproof); $t= 5$ cm $0.05*2200 = 110$ kg/m²

- c. Berat air hujan tergenang; $t = 510 \text{ cm} \cdot 0.05 \cdot 1000 = 100 \text{ kg/m}^2$
 d. Berat plafon + ME (diperkiraan) $36 \text{ kg/m}^2 = 36 \text{ kg/m}^2 = 246 \text{ kg/m}^2 = 250 \text{ kg/m}^2$
3. Berat dinding pasangan bata tinggi 4 m,
 $4 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 1000 \text{ kg/m}^2$
4. Berat dinding kaca jika tebal 18 mm = $2600 \text{ kg/m}^3 \times 0,018 = 46,8 \text{ kg/m}^2$
5. Berat atap berupa genteng metal + rangka baja ; diperkirakan 200 kg/m^2
- b) Beban hidup
 Beban hidup untuk bangunan gedung perkantoran = 250 kg/m^2
 Beban hidup untuk bangunan gedung u/ aula (pertemuan) = 400 kg/m^2

Perencanaan Pembebanan

a) Perhitunga Pembebanan Balok (B1) Bentang 8.85

- Mutu bahan
 $f'c = 17,5 \text{ MPa } (N/mm^2)$; mutu beton (k 175)
 $f_y = 400 \text{ MPa } (N/mm^2)$; mutu baja tulangan ulir BJTD 40 (U 39)
- Dimensi balok dan tulangan yang diperkirakan :
 $H = 600 \text{ mm}$; tinggi balok ; $h_{\text{min}} = 1/16L = 553 \text{ mm} \sim 600 \text{ mm}$
 $b = 350 \text{ mm}$; lebar balok ; $b = 1/2 \text{ s/d } 2/3 h = 300 \text{ mm} \sim 350 \text{ mm}$
 $dc = 40 \text{ mm}$; penutup beton (beton decking)
 $\varnothing \text{ tul.} = 16 \text{ mm}$; diameter tulangan yang diperkirakan
 $\varnothing \text{ sengk.} = 8 \text{ mm}$; diameter sengkang
 $d = 511 \text{ mm}$; $d = h - dc - \varnothing \text{ tul.} - 1/2p$. ; tinggi efektif balok, jika 2 lapis tulangan, dan $p = 25 \text{ mm}$ (jarak lapis pertama ke lapis kedua) ; $d = h - dc - 1/2 \varnothing \text{ tul.} - \varnothing \text{ sengk.}$; tinggi efektif balok, jika 1 lapis tulangan.

Beban dari balok induk bentang 6 m. Jadi Luas beban yang diterima balok: luas terasir, dianggap 2 bh trapezium $((4.43+8.85)/2 \cdot 1.5) = 9,96 \text{ m}^2$

1. Beban mati (W_d)
 - a. Berat pelat ($t=12 \text{ cm}$) = 324
 - b. Berat finishing lantai (keramik+adukan) $t=5\text{cm}$ = 124
 - c. Berat plafond + ME , diperkirakan 36 kg/m^2 = 41
 - d. Berat dinding($t=15\text{cm}$;luas= $5,5\text{m} \times 3,5\text{m}$) = 555
 (jika balok induk B1 ada dinding)
 - e. Berat sendiri balok 35/60 = 504

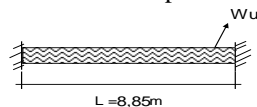
wd = 1.547

2. Beban hidup (W_l) = 250 kg/m^2 (peraturan pembebanan Indonesia)
 $WL = (9,96 \times 250) / 8,85 = 281 \text{ kg/m}$
3. Beban ultimate terfaktor (WU) merata

$$W_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l = 2.306,29 \text{ kg/m}$$

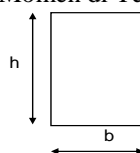
Momen di Tumpuan :

$$= 150.528,876 \text{ N mm}$$

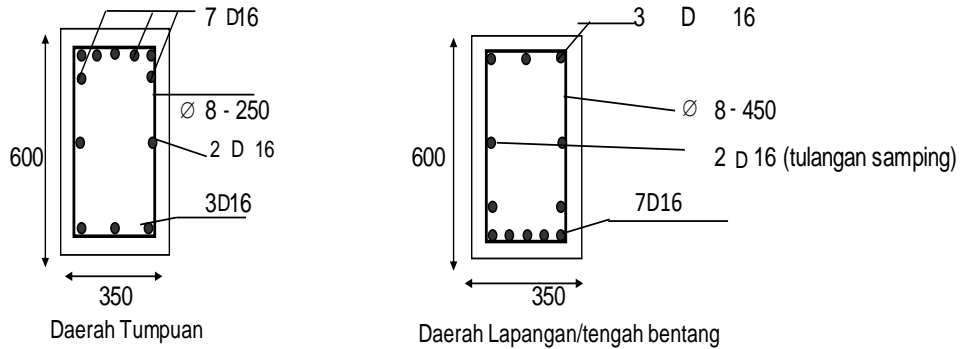


Momen di Tengah Bentang :

$$= 75.264,438 \text{ N mm}$$



4. Perhitungan Tulangan



gunakan sengkang Ø 8 – 250 ; sengkang ditumpuan (1/4L)
 gunakan sengkang Ø 8 – 450 ; sengkang ditengah bentang (1/2L)

Tabel 2. hasil perhitungan pembebanan balok b1

| No | Nama | Menggunakan tulangan | Hasil As | Standar | ket |
|----|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|
| a | Momen ultimate maksimum ditumpuan | 7 D 16 | 1407mm ² | 955 mm ² | memenuhi |
| b | Tulangan tekan secara teoritis | 3 D 16 | 603 mm ² | 398 mm ² | memenuhi |

b) Perhitunga Pembebanan Balok (B2)Bentang 8.85

1. Mutu bahan

$f'c = 22,5 \text{ MPa}$ ($[[\text{N/mm}]]^2$); mutu beton (k 225)

$f_y = 400 \text{ MPa}$ ($[[\text{N/mm}]]^2$); mutu baja tulangan ulir BJTD 40 (U 39)

2. Dimensi balok dan tulangan yang diperkirakan :

$h = 600 \text{ mm}$; tinggi balok ; $h_{\text{min}} = 1/16L$
 $= 553 \text{ mm} \sim 600 \text{ mm}$

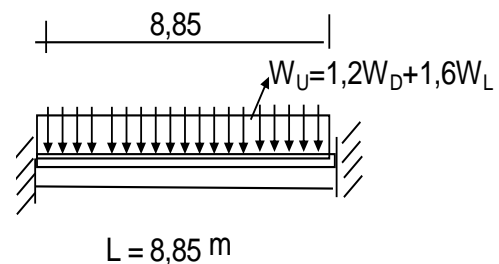
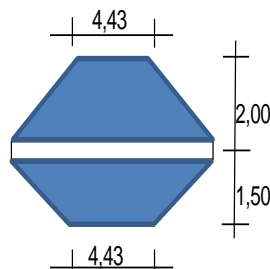
$b = 350 \text{ mm}$; lebar balok ; $b = 1/2 \text{ s/d } 2/3 h$
 $= 300 \text{ mm} \sim 350 \text{ mm}$

$dc = 40 \text{ mm}$; penutup beton (beton decking)

$\varnothing \text{ tul.} = 19 \text{ mm}$; diameter tulangan yang diperkirakan

$\varnothing \text{ sengk.} = 12 \text{ mm}$; diameter sengkang

$d = 504 \text{ mm}$; $d = h - dc - \varnothing \text{ tul.} - 1/2p$. ; tinggi efektif balok, jika 2 lapis tulangan, dan $p = 25 \text{ mm}$ (jarak lapis pertama ke lapis kedua) ; $d = h - dc - 1/2 \varnothing \text{ tul.} - \varnothing \text{ sengk.}$; tinggi efektif balok, jika 1 lapis tulangan. $'((4,43+8,85)/2*1.48)+((4,43+8,85)/2*2) = 23,24 \text{ m}^2$



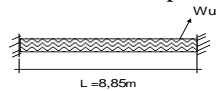
1. Beban mati (W_d)

| | |
|---|--------------|
| a. Berat pelat (t=12 cm) | = 756 |
| b. Berat finishing lantai (keramik+adukan)t=5cm | = 289 |
| c. Berat plafond + ME , diperkirakan 36 kg/m ² | = 95 |
| d. Berat dinding(t=15cm;luas=5,5mx3,5m (jika balok induk B1 ada dinding) | = 504 |
| e. Berat sendiri balok 35/60 | = 504 |
| wd | 2.148 |

2. Beban hidup (W_l) = 250 kg/m² (peraturan pembebanan Indonesia)
 $WL = (23,24 \times 250) / 8,85 = 656 \text{ kg/m}$
3. Beban ultimate terfaktor (W_u) merata

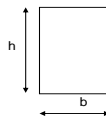
$$W_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l = 3.627.90 \text{ kg/m}$$

Momen di Tumpuan :



$$= 236.788.181 \text{ N mm}$$

Momen di Tengah Bentang :



$$= 118.394.091 \text{ N mm}$$

4. Perhitungan Tulangan

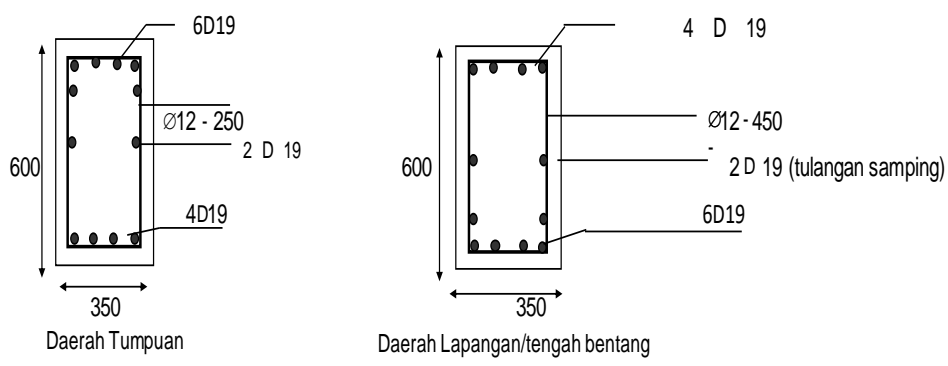


Table 3. hasil perhitungan pembebanan balok b2

| No | Nama | Menggunakan tulangan | Hasil As | Standar | ket |
|----|-----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------|
| a | Momen ultimate maksimum ditumpuan | 6 D 19 | 1700mm ² | 1675mm ² | memenuhi |
| b | Tulangan tekan secara teoritis | 4 D 19 | 1134mm ² | 650mm ² | memenuhi |

c. Perhitungan Pembebanan Balok (B3)Bentang 8.85

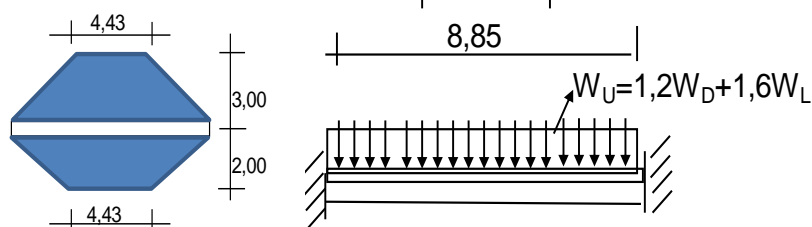
1. Mutu bahan

$$f'_c = 22,5 \text{ MPa } (\llbracket \text{N/mm} \rrbracket ^2); \text{ mutu beton (k 225)}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa } (\text{N/mm}^2) ; \text{ mutu baja tulangan ulir BJT D 40 (U 39)}$$

2. Dimensi balok dan tulangan yang diperkirakan :
- h = 600 mm ; tinggi balok ; $h_{min} = 1/16L$
= 553 mm ~ 600 mm
 - b = 400 mm ; lebar balok ; $b = 1/2 \text{ s/d } 2/3 h$
= 300 mm ~ 400 mm
 - Dc = 40 mm ; penutup beton (beton decking)
 - Ø tul. = 22 mm ; diameter tulangan yang diperkirakan
 - Ø sengk. = 12 mm ; diameter sengkang
 - d = 501 mm ; $d = h - dc - \text{Ø tul.} - 1/2p$; tinggi efektif balok, jika 2 lapis tulangan, dan p= 25 mm (jarak lapis pertama ke lapis kedua) ; $d = h - dc - 1/2 \text{ Ø tul.} - \text{Ø sengk.}$; tinggi efektif balok, jika 1 lapis tulangan.

1. Beban mati (W_d)



$L = 8,85 \text{ m}$

- | | |
|---|----------------|
| a. Berat pelat (t=12 cm) | = 1.080 |
| b. Berat finishing lantai (keramik+adukan)t=5cm | = 413 |
| c. Berat plafond + ME , diperkirakan 36 kg/m ² | = 135 |
| d. Berat dinding(t=15cm;luas=5,5mx3,5m (jika balok induk B1 ada dinding) | = 504 |
| e. Berat sendiri balok 35/60 | = 576 |
| wd | = 2.708 |

2. Beban hidup (W_l) = 250 kg/m² (peraturan pembebanan Indonesia)

$W_L = (33,20 \times 250) / 8,85 = 938 \text{ kg/m}$

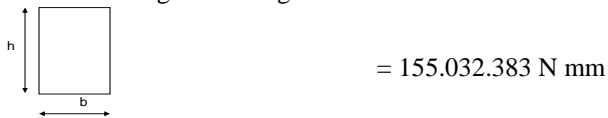
3. Beban ultimate terfaktor (W_u) merata

$W_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l = 4.750,59 \text{ kg/m}$

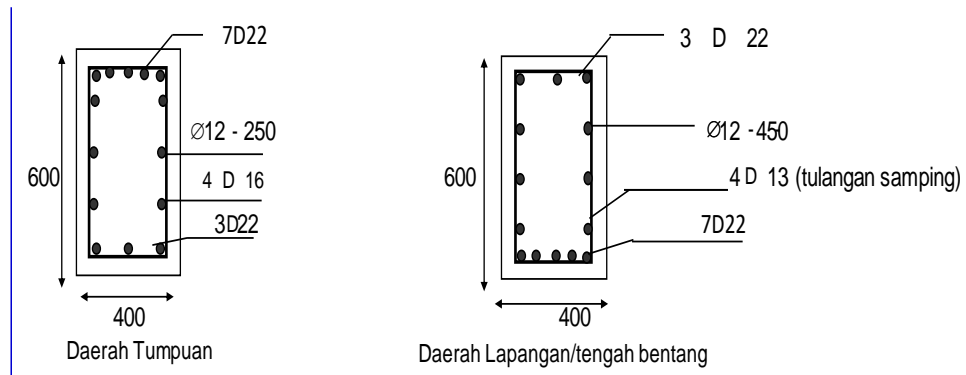
Momen di Tumpuan :



Momen di Tengah Bentang :



4. Perhitungan Tulangan



Tabel 4. hasil perhitungan pembebanan balok b1

| No | Nama | Menggunakan tulangan | Hasil As | Standar | ket |
|----|-----------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------|
| a | Momen ultimate maksimum ditumpuan | 7 D 22 | 2660mm ² | 2183 mm ² | memenuhi |
| b | Tulangan tekan secara teoritis | 3 D 16 | 1140mm ² | 873mm ² | memenuhi |

d. Perhitungan Pembebanan Balok(BA1) Bentang 3.00 m

1. Mutu bahan

$f'_c = 22,5 \text{ MPa}$ ($[[\text{N/mm}]]^2$); mutu beton (k 225)

$f_y = 400 \text{ MPa}$ ($[[\text{N/mm}]]^2$) ; mutu baja tulangan ulir BJTD 40 (U 39)

2. Dimensi balok dan tulangan yang diperkirakan :

$h = 300 \text{ mm}$; tinggi balok ; $h_{\min} = 1/16L$
 $= 188 \text{ mm} \sim 300 \text{ mm}$

$b = 200 \text{ mm}$; lebar balok ; $b = 1/2 \text{ s/d } 2/3 h$
 $= 150 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$

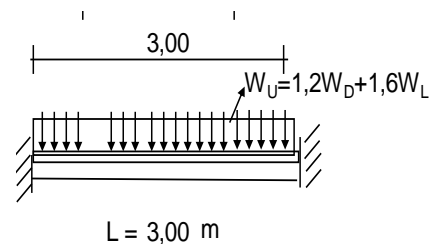
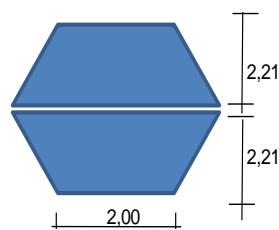
$dc = 15 \text{ mm}$; penutup beton (beton decking)

$\varnothing \text{ tul.} = 13 \text{ mm}$; diameter tulangan yang diperkirakan

$\varnothing \text{ sengk.} = 8 \text{ mm}$; diameter sengkang

$d = 239 \text{ mm}$; $d = h - dc - \varnothing \text{ tul.} - 1/2p$; tinggi efektif balok, jika 2 lapis tulangan, dan $p = 25 \text{ mm}$ (jarak lapis pertama ke lapis kedua) ; $d = h - dc - 1/2 \varnothing \text{ tul.} - \varnothing \text{ sengk.}$; tinggi efektif balok, jika 1 lapis tulangan.

Beban dari balok induk bentang 3 m , Jadi Luas beban yang diterima balok:luas terasir, dianggap 2 bh segitiga $(2 + 3) / 2 * 2,21 * 2 = 11,05 \text{ m}^2$



1. Beban mati (W_d)

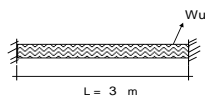
a. Berat pelat ($t = 12 \text{ cm}$) = 1.061

- b. Berat finishing lantai (keramik+adukan)t=5cm = 405
 - c. Berat plafond + ME , diperkirakan 36 kg/m2 = 133
 - d. Berat dinding(t=15cm;luas=5,5mx3,5m (jika balok induk B1 ada dinding) = 893
 - e. Berat sendiri balok 35/60 = 144
- wd = 2.635**

- 2. Beban hidup (W_l) = 250 kg/m2 (peraturan pembebanan Indonesia)
 $WL = (11,05 \times 250) / 3 = 921 \text{ kg/m}$
- 3. Beban ultimite terfaktor (W_u) merata

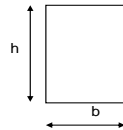
$$W_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l = 4.635,41 \text{ kg/m}$$

Momen di Tumpuan :



$$= 34.765.600 \text{ N mm}$$

Momen di Tengah Bentang :



$$= 17.382.800 \text{ N mm}$$

4. Perhitungan tulangan

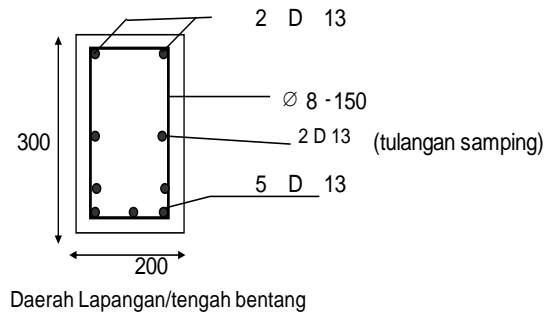
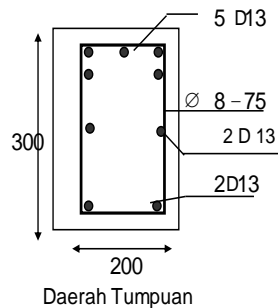


Table 5. hasil perhitungan pembebanan balok ba1

| No | Nama | Menggunakan tulangan | Hasil As | Standar | ket |
|----|-----------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------|
| a | Momen ultimate maksimum ditumpuan | 5 D 13 | 663mm ² | 512mm ² | memenuhi |
| b | Tulangan tekan secara teoritis | 2 D 13 | 265mm ² | 205mm ² | memenuhi |

e. *Pembebanan Kolom (K1) lantai 1* (beban maksimum) menerima beban terbesar

Table 6. Menerima beban terbesar pada kolom lantai 1

| P_D | 12.157 kg | Beban mati |
|-------------|---|--------------------------------------|
| P_L | 581 kg | Beban hidup |
| P_U | $1,2 P_D + 1,6 P_L$ $= 15.517,7 \text{ kg}$ $= 155.177 \text{ N}$ | Beban ultimita |
| LK | 3,50 M | Tinggi kolom |
| $F' c$ | 30 N/mm ² | Mutu beton K 300 |
| f_y | 400 N/mm ² | Mutu baja tulangan ulir |
| ρ_g | 0,03 = 3 % | Rasio tulangan yang diperkirakan |
| \emptyset | 0,65 | Factor reduksi 0,65 (ketentuan) |

- Luas Penampang Kolom yang diperlukan ($A_{g \text{ perlu}}$)
 $A_{g \text{ perlu}} = 8.124 \text{ mm}^2$
- Dimensi kolom sama sisi yang diperlukan : 90 mm
- Ditetapka ukuran b x h = 500 x 500 mm (jika digunakan kolom persegi empat) . (disesuaikan dengan ukuran lebar balok , b kolom \geq b balok
 $A_{g \text{ aktual}} = 250.000 \text{ mm}^2$
- Beban pada daerah beton (P_c) = 3.215.550 N
- Beban yang harus disangga oleh batang tulangan baja
(P_s) = -3.060.373 N
- Luas tulangan baja yang diperlukan ($A_{S \text{ perlu}}$) = - 14.713 mm²
Secara teoritis tidak perlu tulangan ; tetapi gunakanlah minimum
 $A_{S \text{ minimum}} = \rho b h \rightarrow$ Rasio Tulangan minimum
(ρ) = 1 %
 $1 \% * b * h = 2.500 \text{ mm}^2$
AS perlu < AS minimum ; maka gunakan
AS = 2.500 mm² (As minimum)
- Direncanaka tulangan ulir diameter 16 mm
Jumlah tulangan (N) = $\frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi D^2} = 12,44 \sim 16$ batang, Maka Rasio tulangan = 1,29 % > Rasio tulangan min.(1%) OK

| NO | URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | ANALISA | HARGA | | JUMLAH HARGA (Rp) |
|--|---------------------------------------|-----------|---------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| | | | | SATUAN (Rp) | TOTAL (Rp) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 = 3 x 5 | 7 |
| I | PEKERJAAN PERSIAPAN | | | | | 17.199.000,00 |
| II | LANTAI SATU | | | | | 1.098.415.810,1 |
| 1 | Pekerjaan Tanah dan Pondasi | 108,95 | m3 | 9.736.114,84 | 177.915.799,44 | |
| 2 | Pekerjaan Beton | 91,95 | m3 | 6.035.154,00 | 94.739.730,23 | |
| 3 | Pekerjaan Pemesian | 4.230,50 | kg | 112.285,29 | 57.423.532,86 | |
| 4 | Pekerjaan Bekisting | 323,15 | m2 | 1.138.983,00 | 54.914.292,52 | |
| 5 | Pekerjaan Pasangan | 461,15 | m2 | 640.788,51 | 49.708.430,35 | |
| 6 | Pekerjaan Konstruksi Besi | 22.875,10 | kg | 20.502,20 | 468.989.875,22 | |
| 7 | Pekerjaan Penyelesaian | 939,60 | m2 | 1.585.934,24 | 100.865.180,74 | |
| 8 | Pekerjaan Perlindungan Panas & Lembab | 36,83 | m2 | 293.333,30 | 10.804.638,66 | |
| 9 | Pekerjaan Pintu dan Jendela | 12,00 | unit | 29.424.991,32 | 51.795.875,90 | |
| 10 | Pekerjaan Bidang Khusus | 21,50 | bh | 4.352.337,92 | 14.804.930,38 | |
| 11 | Pekerjaan Mekanikal dan Elektrical | 139,00 | bh | 1.032.520,89 | 16.453.523,80 | |
| III | LANTAI DUA | | | | | 406.629.579,10 |
| 1 | Pekerjaan Pasangan | 573,13 | m2 | 292.056,76 | 42.485.156,76 | |
| 2 | Pekerjaan Penyelesaian | 648,45 | m2 | 831.922,65 | 86.340.069,52 | |
| 3 | Pekerjaan Perlindungan Panas & Lembab | 275,94 | m2 | 3.703.343,53 | 107.908.486,00 | |
| 4 | Pekerjaan Pintu dan Jendela | 11,00 | unit | 46.837.767,49 | 92.465.556,35 | |
| 5 | Pekerjaan Bidang Khusus | 309,31 | m2 | 4.367.873,70 | 65.156.670,96 | |
| 6 | Pekerjaan Mekanikal dan Elektrical | 92,00 | bh | 525.324,89 | 12.273.639,50 | |
| | | | | | | |
| | | | | | TOTAL | 1.522.244.389,19 |
| | | | | | PPN 10 % | 152.224.438,92 |
| | | | | | JUMLAH TOTAL | 1.674.468.828,11 |
| | | | | | JUMLAH DIBULATKAN | 1.674.469.000,00 |
| # TERBILANG : SATU MILYAR ENAM RATUS TUJUH PULUH EMPAT JUTA EMPAT RATUS ENAM PULUH SEMBILAN RIBU RUPIAH # | | | | | | |

Dengan total : Rp 1.522.244.289,19
 Ppn : Rp 152.224.828,92
 Jumlah total : Rp 1.674.468.828,11
 Jumlah dibulatkan : Rp 1.674.469.000,00

a. Rekapitan Perhitungan Volume Pekerjaan

- Pekerjaan Beton K225 :
 - Kolom : 21,00 m3
 - Balok : 15,97 m3
- Pekerjaan pemesian :
 - Kolom : 2,268,81 kg
 - Balok : 89,93 kg
- Pekerjaan Bigisting :

- Kolom : 84,00 m²
- Balok: 128,46 m²
- b. Analisa Harga Satuan Pekerjaan
 - Pekerjaan : Membuat 1 m³ Beton mutu f'c=21,7 MPa (K225), slum (12±2)cm, w/c = 0,56
Satuan : m³
 - Pekerjaan : Pembesian 1 kg dengan besi polos
Satuan : kg
 - Pekerjaan : Pemasangan 1 m² bekisting untuk balok (2x pakai)
Satuan : m²

5. KESIMPULAN

1. Redesain struktur gedung didapat dimensi :
Pada perhitungan tulangan longitudinal balok B1 (35x60) didapat hasil yang sama pada struktur adalah Ø 8 – 250 pada tumpuan (1/4L) dan Ø 8 – 450 pada tengah bentang (1/2L) .
 - Pada perhitungan tulangan longitudinal balok B2 (35x60) didapat hasil yang sama pada struktur adalah Ø 12 – 250 pada tumpuan (1/4L) dan Ø 12 – 450 pada tengah bentang (1/2 L).
 - Pada perhitungan tulangan longitudinal balok B3 (35x60) didapat hasil yang sama pada struktur adalah Ø 12 – 250 pada tumpuan (1/4L) dan Ø 12 – 450 pada tengah bentang (1/2L).
 - Pada perhitungan tulangan longitudinal balok BA1 (20x30) didapat hasil yang sama pada struktur adalah Ø 8 – 75 pada tumpuan (1/4L) dan Ø 8 – 150 pada tengah bentang (1/2L).
 - Pada perhitungan tulangan longitudinal kolom K1 (50x50) didapat hasil yang sama untuk semua struktur yaitu 16D16;
2. Metode pelaksanaan meliputi :
 - Pekerjaan persiapan
 - Pekerjaan tanah dan pondasi
 - Struktur Atas Pondasi
 - Pekerjaan Atap
 - Pekerjaan Pasangan
 - Pekerjaan Kusen , Pintu/Jendela Aluminium
 - Pekerjaan Plafon
 - Pekerjaan Pengecatan

6. SARAN

1. Dalam redesain struktur gedung Perlu untuk meninjau model struktur yang lain sehingga dapat di analisis beberapa variasi ukuran gedung baik variasi panjang bentang maupun jumlah tingkat, sehingga dapat diambil suatu hubungan antara pembebanan, bentang, dan jumlah tingkat terhadap gaya-gaya rencana dalam kaitannya dengan beban gempa;
2. Dalam metode pelaksanaan pekerjaan begisting dan kolom dilakukan bersamaan.
3. Dalam menentukan volume struktur balok dan kolom disarankan tidak menggunakan diameter atau ukuran yang besar karena dapat menyebabkan anggaran biaya yang tidak ekonomis.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Agus, & Syafril. (2016). Perbandingan Analisis Respon Struktur Gedung Antara Portal Beton Bertulang , Struktur Baja Dan Struktur Baja Menggunakan Bresing Terhadap Beban Gempa. *Teknik Sipil ITP*, 3(1), 60–67. Retrieved From <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/tsipil/article/view/835/0>
- Ananda, R. Uno. (2018). *Usulan Perencanaan Struktur Atas*.
- Arroniri, M. R., Wibowo, A., & Anggraini, R. (2015). Perencanaan Alternatif Struktur Beton Bertulang Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang Berdasarkan Sni 1726–2012. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), Pp-563.
- Hernowo, S., & Lisantono, A. (2016). Retrofitting Sambungan Kolom-Balok Beton Bertulang Ekspansi Planar Segitiga Dengan Variasi Ukuran. *Forum Teknik*, 37(1), 1–13.

- Iga, A. A. (2016). Analisa Biaya Penggunaan Struktur Baja Dan Struktur Beton Bertulang Gedung Rsj Prof. V.L Ratumbusang.
- Nasional, B. S. (2013). Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727: 2013. *Jakarta: BSN.*
- Sangidun, M. (2017). *Redesain Struktur Atas (Upper Structure) Gedung Kantor Dppkad Kab. Purworejo Menggunakan Konstruksi Baja.* Purworejo.