

EVALUASI KELAIKAN STRUKTUR BETON BERTULANG BANGUNAN SHOWROOM SUZUKI DI JALAN IMAM BONJOL DENPASAR

I Made Andi Kusuma Wijaya, I Made Sastra Wibawa, I Ketut Diartama Kubon Tubuh,
I Gede Gegiranang Wiryadi

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: andikusuma0013@gmail.com

ABSTRAK: Evaluasi kelaikan struktur beton bertulang bangunan *showroom* Suzuki di jalan Imam Bonjol Denpasar ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi material eksisting, sistem struktur eksisting, dan untuk mengetahui tingkat keamanan/kelaikan material dan struktur eksisting terhadap beban standar yang akan diterapkan. Metode pengujian non destruktif dilakukan pada material eksisting yaitu pada beton dan tulangan, lalu dilakukan pemodelan dan evaluasi struktur eksisting. Pengujian material beton dengan metode non destruct dengan UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*) test, jumlah tulangan dengan *Rebar Scan*, dan kuat tarik baja tulangan dengan *Hardness Test*. Data pengujian tersebut merupakan data sekunder dari hasil uji penelitian sebelumnya dan selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pemodelan dan evaluasi struktur. Pemodelan 3-dimensi dan analisis menggunakan program komputer ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*). Hasil analisis berupa kapasitas komponen struktur yang terpasang, dilakukan dengan memeriksa *output* desain berupa kebutuhan tulangan lentur dan geser pada struk beton bertulang. Kriteria-kriteria terpenuhinya kekuatan, kekakuan, dan stabilitas sebagai standar untuk menyatakan kelayakan struktur secara teknis.

Kata kunci: ETABS, Evaluasi Kelaikan, Struktur Beton Bertulang

ABSTRACT: *The evaluation of reinforced concrete structure's feasibility of Suzuki showroom building that located on Imam Bonjol Street Denpasar was carried out with the aim of determining existing materials condition, existing structural system, and to determine the safety level/feasibility of the existing materials and existing structure against to the standard loads that will be applied. Non-destructive testing methods were carried out on existing materials, there in on the concrete and on the reinforcement, then carried out a modeling and evaluating of the existing structure. Concrete material testing using the non-destruct method with the UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) test, the amount of reinforcement with the Rebar Scan, and the tensile strength of the reinforcing steel with the Hardness Test. The test data is secondary data that came from previous research test results and it is used as a reference in structural modeling and evaluation. 3-dimensional modeling and analysis are using ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems) computer program. The result of analysis are installed structure's capacity, that do by checking the design output of the flexural and shear reinforcement requirement on the reinforced concrete structure. The criteria for meeting strength, stiffness and stability is a standards to state structural feasibility by technical.*

Keywords: ETABS, Feasibility Evaluation, Reinforced Concrete Structure

PENDAHULUAN

Negara Indonesia merupakan negara berkembang, hal tersebut ditunjukkan pada pembangunan infrastruktur yang sedang gencarnya. Banyak aspek yang perlu diperhitungkan agar infrastruktur ini memenuhi standar yang berlaku. Standar inipun juga berlaku bagi bangunan lama yang masih dioperasikan hingga saat ini. Bangunan lama itu disebut bangunan eksisting, yaitu bangunan yang sudah ada dan masih berdiri selama beberapa waktu hingga saat ini.

Kepemilikan SLF (Sertifikat Laik Fungsi) menjadi parameter sebuah bangunan eksisting masih layak untuk dioperasikan. Kewajiban memiliki SLF dimuat dalam Peraturan Menteri PUPR RI No.27/PRT/M/2018 (Menteri PUPR RI, 2018) dan Peraturan Pemerintah No.16

Tahun 2021(Presiden Republik Indonesia, 2021). SLF diterbitkan oleh Pemerintah Daerah, jika sebuah bangunan tidak memiliki SLF, bangunan tersebut tidak bisa dioperasikan secara legal.

Salah satu contoh bangunan eksisting adalah bangunan *showroom* Suzuki yang berlokasi di Jalan Imam Bonjol No. 537 Denpasar, Bali. Menurut pihak *owner*, bangunan ini diperkirakan sudah berumur 29 tahun, dibangun pada tahun 1993.

Berdasarkan uraian diatas, penulis meninjau gedung ini untuk dilakukan evaluasi kelaikan dan pemodelan pada bagian struktur menggunakan program computer ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building System*). Hasil evaluasi berupa kapasitas komponen struktur yang terpasang,

dilakukan dengan memeriksa output desain berupa kebutuhan tulangan lentur dan geser pada struktur beton bertulang.

Desain Kolom Beton Bertulang

Dimensi kolom direncanakan dapat dicari ketika lebar kolom, b , sama dengan tinggi kolom, h , menggunakan persamaan:

$$\frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{I_{balok}}{L_{balok}} \cdot 5 \quad (1)$$

Dengan:

I : Momen inersia sebesar $1/12 b h^2$

L : Bentang bersih

Perencanaan lentur dan aksial kolom didapat dengan cara menghitung kekakuan, faktor kekangan ujung, kontrol kelangsingan dan faktor pembesaran momen lalu cari nilai ρ (rasio tulangan tarik) pada diagram interaksi sehingga didapat luas tulangan kolom (Taqiyah, Putri Barrotut . Putra, 2016).

Untuk menghitung kebutuhan tulangan geser kolom dilakukan dengan menghitung kekuatan geser nominal beton (V_n). Kekuatan geser nominal beton (V_n) merupakan kombinasi dari kuat geser yang dipikul oleh beton (V_c) dan kuat geser yang dipikul oleh baja tulangan (V_s), atau dalam persamaan dituliskan sebagai berikut:

$$V_n = V_c + V_s \quad (2)$$

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \quad (3)$$

$$V_s(\min) = \frac{1}{3} b_w d \quad (4)$$

Keterangan:

V_n : Kuat geser nominal
 V_c : Kuat geser pada beton
 V_s : Kuat geser pada baja tulangan
 N_u : Beban aksial terfaktor
 A_g : Luas beton
 f_c' : Kuat tekan beton
 b_w : Lebar kolom
 d : Tinggi efektif kolom

Desain Balok Beton Bertulang

Dalam merencanakan tebal minimum balok, h , pada balok induk, nilai h dapat diambil sebesar $L/12$. Pada balok anak, nilai h dapat diambil sebesar $L/21$. Dan untuk balok kantilever, nilai h dapat diambil sebesar $L/8$. Dalam merencanakan lebar balok, b , diambil sebesar $2/3$ dari tebal minimum balok.

Perencanaan tulangan penampang beton yang tertekan pada prinsipnya dibuat sekecil mungkin dengan cara meletakkan posisi garis netral, X , lebih mendekati tulangan tekan dengan tetap memperhatikan tulangan tarik, A_s , dan tulangan tekan, A_s' . Nilai X didapat melalui

cara coba-coba hingga momen akibat beban luar tidak mampu dipikul oleh tulangan tarik sehingga balok membutuhkan tulangan tekan (Taqiyah, Putri Barrotut . Putra, 2016). Adapun persamaan yang dipakai sebagai berikut:

$$A_s' = \frac{C_s}{(f_s' - 0,85 f_c')} \quad (5)$$

$$A_{sS} = \frac{T_2}{f_y} \quad (6)$$

$$A_s = A_{sC} + A_{sS} \quad (7)$$

$$A_s' = A_s' \quad (8)$$

Keterangan:

A_s' : Luas tulangan tekan
 C_s : Gaya tekan pada tulanga
 f_s' : Tegangan dalam tulangan
 f_c' : Kuat tekan beton
 T_2 : Momen torsi terfaktor
 f_y : Kuat leleh tulangan
 A_s : Luas tulangan tarik
 A_{sC} : Luas tulangan longitudinal

Kekuatan geser nominal beton (V_n) merupakan kombinasi dari kuat geser yang dipikul oleh baja tulangan (V_s) dan kuat geser yang dipikul oleh beton (V_c), untuk menghitung kebutuhan tulangan geser balok dilakukan dengan menghitung kekuatan geser nominal beton (V_n) atau dituliskan dalam persamaan:

$$V_n = V_c + V_s \quad (9)$$

$$V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \quad (10)$$

$$V_s(\min) = \frac{1}{3} b_w d \quad (11)$$

Keterangan:

V_n : Kuat geser nominal
 V_c : Kuat geser pada beton
 V_s : Kuat geser pada baja tulangan
 f_c' : Kuat tekan beton
 b_w : Lebar kolom
 d : Tinggi efektif kolom

Desain Joint Balok-Kolom Beton Bertulang

Hasil uji menunjukkan bahwa daerah joint hubungan balok-kolom pada interior bangunan tidak memerlukan tulangan geser jika joint dikekang secara lateral pada ke-empat sisinya oleh balok yang kedalamannya kira-kira sama. Namun, joint yang tidak terkekang dengan cara ini, seperti pada eksterior bangunan, memerlukan tulangan geser untuk mencegah kerusakan akibat retak geser (ACI 352R, 2002). Joint ini mungkin juga membutuhkan tulangan transversal untuk mencegah tekuk tulangan longitudinal kolom. Untuk daerah di mana gempa kuat dapat terjadi, joint mungkin diperlukan untuk menahan pembebanan bolak-

balik yang mengembangkan kekuatan lentur dari balok yang bersebelahan (Hanson & Connor, 1969)

Beban Gravitasi Pada Struktur

Beban gravitasi pada struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup. Beban mati merupakan beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur. Sedangkan beban hidup adalah semua beban yang diakibatkan oleh penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk beban-beban dari barang yang dapat berpindah-pindah.

Beban Lateral Pada Struktur

Beban lateral merupakan beban yang memiliki arah horizontal, diantaranya adalah beban gempa dan beban angin. Beban gempa didefinisikan sebagai beban yang terjadi akibat getaran gempa bumi yang menyebabkan pergerakan tanah. Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam analisis gempa (SNI 1726:2019) :

1. Menentukan kategori resiko bangunan
2. Menentukan kategori desain seismic
3. Menentukan system penahan gempa
4. Menentukan perioda fundamental pendekatan
5. Menentukan koefisien respon seismic
6. Gaya geser seismic
7. Penentuan simpangan antar lantai

Beban angin adalah yang diakibatkan oleh struktur yang berada di lintasan angin, yang terkena terpaan angina sehingga aliran angin berbelok bahkan terhenti. Beban angin ditentukan dengan langkah-langkah berikut (SNI 1727:2020):

1. Tentukan kategori resiko bangunan
2. Tentukan kecepatan angina dasar sesuai kategori resiko
3. Tentukan parameter beban angin
4. Tentukan koefisien eksposur tekanan velositas
5. Tentukan koefisien tekanan eksternal
6. Hitung tekanan angina

Kombinasi Pembebanan

Pada SNI 1727:2020, kombinasi pembebanan dibagi menjadi tiga kondisi yaitu; kombinasi beban nominal yang menggunakan desain tegangan izin, kombinasi beban terfaktor yang digunakan dalam metode desain kekuatan, dan kombinasi beban untuk kejadian luar biasa. Pada perancangan struktur beton bertulang menggunakan kombinasi

metode desain kekuatan yakni sebagai berikut (SNI 1727:2020):

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$
5. $0,9D + 1,0W$

Keterangan:

D : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen.

L : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dll.

Lr : beban hidup atap

W : beban angin

R : beban hujan

H : beban tekanan tanah

F : beban fluida

Catatan:

1. Bila efek beban seismic dialami struktur, berikut kombinasi beban yang harus diperhitungkan sebagai tambahan pada kombinasi dasar:

$$6. 1,2D + Ev + Emh + L \\ (1,2 + 0,2SDS) D + \Omega QE + L$$

$$7. 0,9D - Ev + Emh \\ (0,9 - 0,2SDS) D + \Omega QE$$

Keterangan:

SDS : Parameter percepatan spektrum respon desain

Ω : faktor kuat lebih

QE : pengaruh beban seismic horizontal dari V , Fpx , atau Fp

2. Bila terdapat beban fluida (F), pada kombinasi harus disertakan faktor beban yang sama seperti beban mati D pada kombinasi (1) sampai kombinasi (4).

3. Bila terdapat beban H , kombinasi harus memperhitungkan:

- a. Perhitungkan H dengan faktor beban sebesar 1,6, bila efek H menambah efek beban utama.

- b. Perhitungkan H dengan faktor beban sebesar 0,9, bila efek H menahan efek beban utama, di mana beban adalah permanen atau faktor beban sebesar 0 untuk kondisi lainnya.

Sedangkan pada perancangan pondasi bangunan menggunakan kombinasi metode desain tegangan izin sebagai berikut:

1. D
2. $D + L$
3. $D + (Lr \text{ atau } R)$
4. $D + 0,75L + 0,75(Lr \text{ atau } R)$

5. $D + 0,6W$
6. $D + 0,75L + 0,75 (0,6W) + 0,75(Lr \text{ atau } R)$
7. $0,6D + 0,6W$

Catatan:

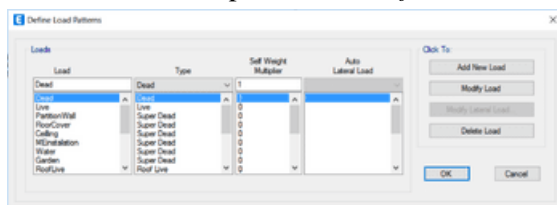
1. Kombinasi harus menyertakan faktor beban yang sama seperti beban mati D pada kombinasi (1) sampai kombinasi (6), bila terdapat beban fluida F
2. Bila terdapat beban H, kombinasi harus memperhitungkan:
 - a. Perhitungkan H dengan faktor beban sebesar 1,0 bila efek H menambah efek beban utama.
 - b. Bila efek H menahan efek beban utama, perhitungkan H dengan faktor beban sebesar 0,6 di mana beban adalah permanen atau faktor beban sebesar 0 untuk kondisi lainnya

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, program computer ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building System*) digunakan untuk pemodelan struktur. Adapun langkah-langkah penggunaan program ETABS sebagai berikut :

1. Membuat grid model struktur, sesuaikan dengan *as built drawing*.
2. Mendefinisikan material struktur dengan cara *Define* → *Material Properties*.
3. Mendefinisikan elemen struktur dengan cara *Define*→*Section Property*→*Frame Section* kemudian klik *add new property*
4. Menginput menginput beban-beban yang bekerja pada struktur dengan cara klik *Define* →*Load Patterns*. Kemudian tentukan jenis beban yang bekerja dengan mengisi kolom *Load Patterns Name* → *Type* →*Self Weight Multiplier* →*Auto Lateral Load Pattern* → *Add New Load Pattern* → *Klik OK*. Maka akan muncul seperti jendela di bawah ini

Gambar 1. Tampilan Menu Define Load

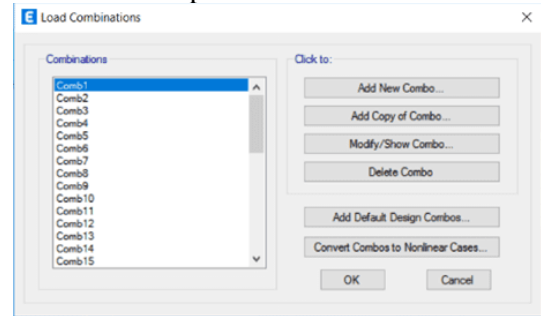


Pattern Setelah Input Beban

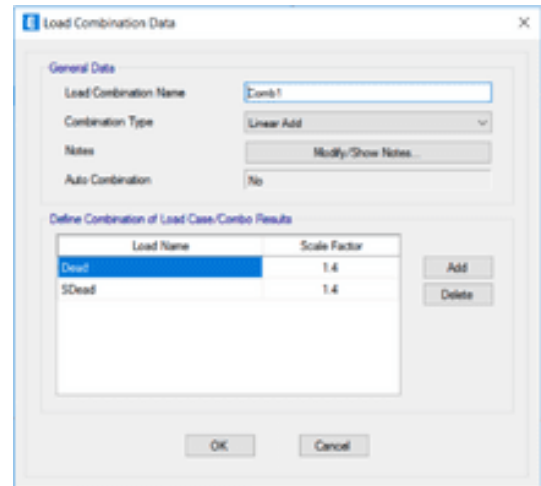
5. Menginput kombinasi pembebanan dengan cara klik *Define*→*Load Combination* kemudian pilih *Add New Combo*. Masukkan kombinasi beban sesuai yang tertera pada SNI 1727:2020

Gambar 2. Tampilan Menu Load Combination

Gambar 3. Tampilan Menu Load Combination

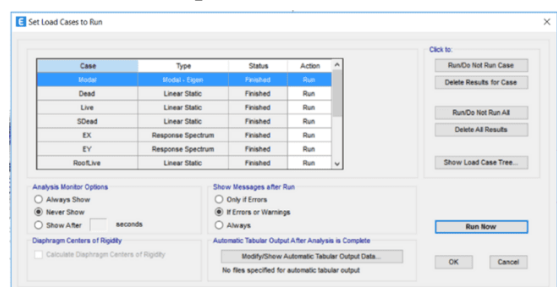


Data



6. Setelah data geometri, property elemen dan beban-beban diberikan, maka struktur sudah dapat dianalisis. Pastikan beban apa saja yang akan dipakai sebelum melakukan analisis (*Run*) dengan cara klik *Analyze*→*Set Load Case To Run*. Setelah memastikan beban yang dipakai, pilih menu *Run Now*.

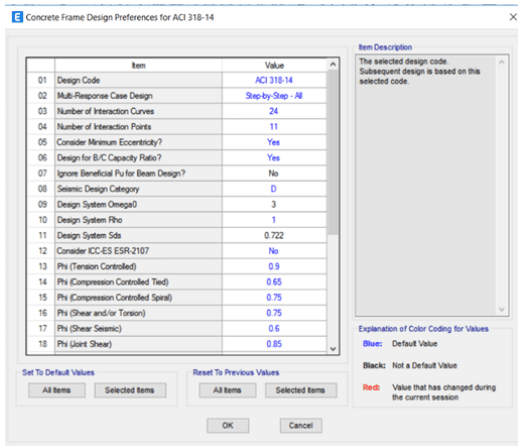
Gambar 4. Tampilan Menu Set Load Case To



Run

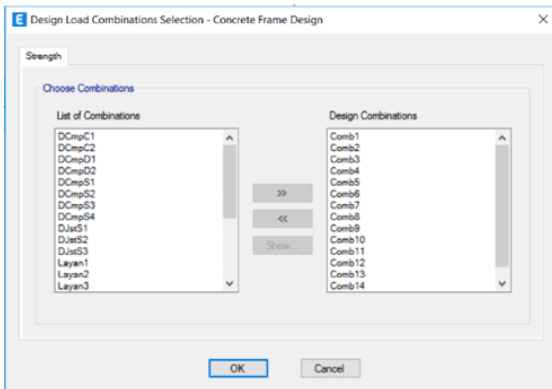
Setelah melakukan *Run Analyze* selanjutnya dilakukan pengecekan rasio tulangan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pilih menu *Design*→*Concrete Frame Design*→*View/Revise Preferences*. Pastikan nilai-nilai pada kolom value setelah itu klik *OK*



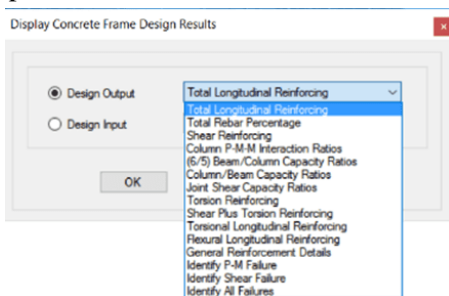
Gambar 5. Tampilan Menu Concrete Frame Design Preferences

2. Pilih kombinasi beban yang akan digunakan. Pilih menu *Design* → *Concrete Frame Design* → *Select Design Combination*

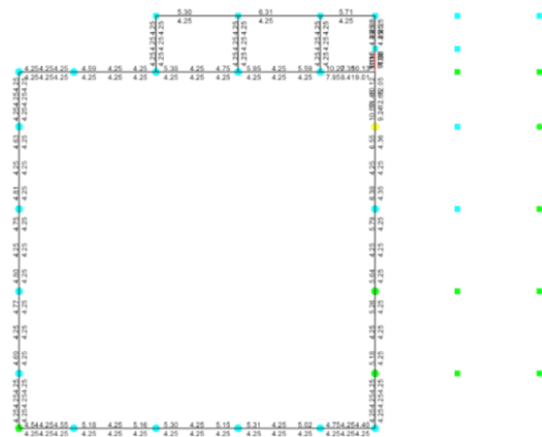


Gambar 6. Tampilan Menu Design Load Combination Selection

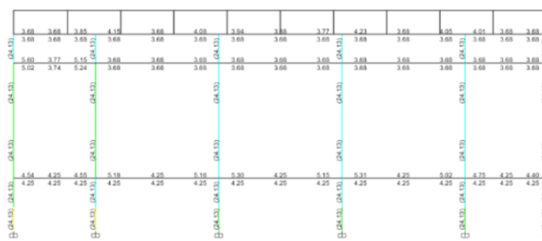
3. Untuk memerintahkan software ETABS melakukan pekerjaan desain, pilih menu → *Design* → *Concrete Frame Design* → *Start Design/Check*.
4. Setelah proses *Design* selesai, Pilih menu → *Design* → *Concrete Frame Design* → *Display Design Info* untuk memunculkan kebutuhan tulangan utama pada struktur.



Gambar 7. Tampilan Menu Display Concrete Frame Design Result



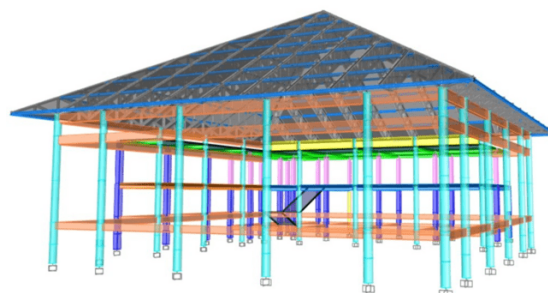
Gambar 8. Tampilan Kebutuhan Tulangan Utama Balok



Gambar 9. Tampilan Kebutuhan Tulangan Utama Kolom

HASIL DAN PEMBAHASAN Hasil Pemodelan Struktur

Pemodelan ini dilakukan dengan bantuan program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building System*), adapun hasil pemodelan struktur bangunan sebagai berikut:



Gambar 10. Model Struktur 3D Bangunan Showroom Suzuki

Hasil Desain

Tabel 1. Hasil Desain Kolom

Penaampang Struktur	As Perlu (mm ²)	Jumlah Tulangan	Av Major (mm ² /mm)	As Major	Av Minor (mm ² /mm)	As Minor
K1	2413	12 D16	4,35	Ø8 – 23 mm	3,73	Ø8 – 27 mm
K2	2413	12 D16	1,84	Ø8 – 54 mm	1,62	Ø8 – 62 mm
K3	2011	10 D16	0,57	Ø8 – 175 mm	0,57	Ø8 – 175 mm
K4	2011	10 D16	1,56	Ø8 – 64 mm	1,64	Ø8 – 62 mm

Keteranga :

- As Perlu : Luas tulangan yang diperlukan
- Jumlah Tulangan : Hasil konversi As Perlu menjadi jumlah tulangan sesuai diameter besi yang digunakan
- Av Major : Kebutuhan jarak tulangan sengkang pada posisi tumpuan
- As Major : Kebutuhan jarak tulangan sengkang sesuai diameter besi pada posisi tumpuan
- Av Minor : Kebutuhan jarak tulangan sengkang pada posisi lapangan
- As Minor : Kebutuhan jarak tulangan sengkang sesuai diameter besi pada posisi lapangan

Tabel 2. Hasil Desain Balok


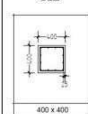
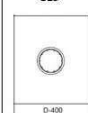
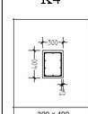
Penampang Struktur	As Top Perlu (mm ²)	Jumlah Tulangan Atas	As Bot Perlu (mm ²)	Jumlah Tulangan Bawah	Av Rebar (mm ² /mm)	As Rebar
B1	859	5 D16	588	3 D16	1,05	95 mm
B2	542	3 D16	512	3 D16	2,35	43 mm
B3	226	2 D16	226	2 D16	0,39	256 mm
RB1	559	3 D16	416	3 D16	1,21	83 mm
RB2	570	3 D16	466	3 D16	1,7	59 mm
RB3	1832	9 D16	1832	9 D16	3,46	29 mm

Keteranga :


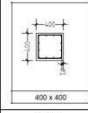
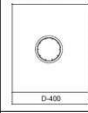
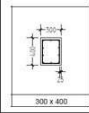
- As Top Perlu : Luas tulangan yang diperlukan pada posisi atas di posisi tumpuan
- Jumlah Tulangan Atas : Hasil konversi As Top Perlu menjadi jumlah tulangan sesuai diameter besi yang digunakan
- As Bot Perlu : Luas tulangan yang diperlukan pada posisi bawah di posisi lapangan
- Jumlah Tulangan Bawah : Hasil konversi As Bot Perlu menjadi jumlah tulangan sesuai diameter besi yang digunakan
- Av Rebar : Kebutuhan jarak tulangan sengkang
- As Rebar : Kebutuhan jarak tulangan sengkang sesuai diameter besi

Perbandingan Hasil Desain dengan Tulangan Terpasang

Tabel 3. Perbandingan tulangan perlu dan tulangan terpasang kolom

Penampang	Perlu		Terpasang		Keterangan
	Jumlah Tulangan	As	Jumlah Tulangan	As	
K1 	12 D16	2413	12 D16	2413	OK
K2 	12 D16	2413	12 D16	2413	OK
K3 	10 D16	2011	10 D16	2011	OK
K4 	10 D16	2011	10 D16	2011	OK

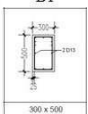
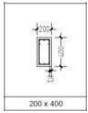
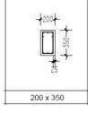
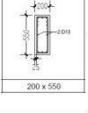
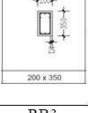
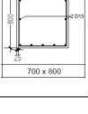
Tabel 4. Perbandingan jarak sengkang perlu dan jarak sengkang terpasang kolom

Penampang	Perlu		Terpasang		Keterangan
	As Major	As Minor	As Major	As Minor	
K1 	Ø8 – 23 mm	Ø8 – 27 mm	Ø8 – 100 mm	Ø8 – 150 mm	Tidak Memenuhi
K2 	Ø8 – 54 mm	Ø8 – 62 mm	Ø8 – 100 mm	Ø8 – 150 mm	Tidak Memenuhi
K3 	Ø8 – 175 mm	Ø8 – 175 mm	Ø8 – 100 mm	Ø8 – 150 mm	OK
K4 	Ø8 – 64 mm	Ø8 – 62 mm	Ø8 – 100 mm	Ø8 – 150 mm	Tidak Memenuhi

Dari data pada table di atas ditemukan jarak penulangan sengkang yang tidak memenuhi. Pada kolom K1 jarak penulangan sengkang yang diperlukan adalah setiap 23 mm pada tumpuan dan setiap 27 mm pada lapangan, sedangkan yang terpasang adalah setiap jarak 100 mm pada tumpuan dan 150 mm pada lapangan. Itu pun juga terjadi pada kolom K2 dan K4, jarak penulangan sengkang yang

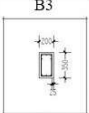
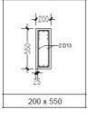
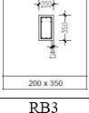
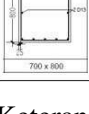
diperlukan lebih rapat dari pada yang terpasang, baik pada tumpuan maupun lapangan. Pada table di atas yang memenuhi hanya kolom K3 karena jarak penulangan sengkang yang terpasang lebih rapat dari pada yang diperlukan.

Tabel 5. Perbandingan tulangan perlu dan tulangan terpasang balok

Penampang	Perlu		Terpasang		Keterangan
	As Top Perlu	As Bot Perlu	As Top	As Bot	
	Jumlah Tulangan Atas	Jumlah Tulangan Bawah	Jumlah Tulangan Atas	Jumlah Tulangan Bawah	
 B1	859 mm ²	588 mm ²	1.406 mm ²	1.406 mm ²	OK
	5 D16	3 D16	7 D16	7 D16	
 B2	541 mm ²	512 mm ²	1.005 mm ²	1.005 mm ²	OK
	3 D16	3 D16	5 D16	5 D16	
 B3	226 mm ²	226 mm ²	1.005 mm ²	1.005 mm ²	OK
	2 D16	2 D16	5 D16	5 D16	
 RB1	559 mm ²	416 mm ²	1.406 mm ²	1.406 mm ²	OK
	3 D16	3 D16	7 D16	7 D16	
 RB2	570 mm ²	466 mm ²	1.005 mm ²	1.005 mm ²	OK
	3 D16	3 D16	5 D16	5 D16	
 RB3	1832 mm ²	1832 mm ²	1832 mm ²	1832 mm ²	OK
	9 D16	9 D16	9 D16	9 D16	

Tabel 6. Perbandingan jarak sengkang perlu dan jarak sengkang terpasang balok

Penampang	Perlu		Terpasang		Keterangan
	Av Rebar	As Rebar	Av Rebar	As Rebar	
 B1	1,05	Ø8 – 95 mm	1	Ø8 – 100 mm	Tidak Memenuhi
 B2	2,35	Ø8 – 43 mm	1	Ø8 – 100 mm	Tidak Memenuhi

 B3	0,39	Ø8 – 256 mm	1	Ø8 – 100 mm	OK
 RB1	1,21	Ø8 – 83 mm	1	Ø8 – 100 mm	Tidak Memenuhi
 RB2	1,7	Ø8 – 59 mm	1	Ø8 – 100 mm	Tidak Memenuhi
 RB3	3,46	Ø8 – 29 mm	1	Ø8 – 100 mm	Tidak Memenuhi

Keterangan :

As Top Perlu : Luas tulangan yang diperlukan pada posisi atas di posisi tumpuan

Jumlah Tulangan

Atas : Hasil konversi As Top Perlu menjadi jumlah tulangan sesuai diameter besi yang digunakan

As Bot Perlu : Luas tulangan yang diperlukan pada posisi bawah di posisi lapangan

Jumlah Tulangan

Bawah : Hasil konversi As Bot Perlu menjadi jumlah tulangan sesuai diameter besi yang digunakan

Av Rebar : Kebutuhan jarak tulangan sengkang

As Rebar : Kebutuhan jarak tulangan sengkang sesuai diameter besi

Dari data table di atas, jumlah tulangan atas yang diperlukan pada posisi tumpuan dan jumlah tulangan bawah yang diperlukan pada posisi lapangan telah sesuai dengan tulangan yang terpasang. Namun pada jarak penulangan sengkang pada balok B1, B2, RB1, RB2 dan RB3 tidak memenuhi kebutuhan jarak pemasangan tulangan sengkang, yang memenuhi jarak pemasangan tulangan sengkang hanya pada balok B3. Maka dari itu diperlukannya perkuatan pada balok B1, B2, RB1, RB2 dan RB3.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian simpulan yang didapat, adalah sebagai berikut:

- a. Pada bangunan-bangunan gedung yang dibangun pada tahun yang sama dengan *showroom* Suzuki yaitu tahun 1993 dan masih berdiri maupun dioperasikan hingga sekarang, sangat perlu dilakukannya analisa kelayakan struktur. Hal tersebut dilakukan agar diketahui apakah bangunan gedung masih aman maupun layak untuk dioperasikan, jika tidak layak maka diketahui struktur mana saja yang memerlukan perkuatan.
- b. Semua elemen struktur pada bangunan *showroom* sudah memenuhi dari jumlah tulangan perlu yang dibandingkan dengan jumlah tulangan terpasang. Namun pada jarak sengkang perlu dan jarak sengkang terpasang yang memenuhi hanya pada penampang struktur kolom K3 dan balok B3. Sehingga struktur lain yang tidak memenuhi, perlu dilakukan perkuatan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 352R. (2002). Recommendations for Design of Beam-Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures (ACI-ASCE 352-02). *Technical Report*, 1–37.
- Badan Standarisasi Nasional SNI 1726:2019. (2019). Persyaratan Beton Struktural

- Untuk Bangunan Gedung. *Jakarta*, 8.
- Badan Standarisasi Nasional SNI 1727:2020. (2020). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Hanson, N. W., & Connor, H. W. (1969). Seismic Resistance of Reinforced Concrete Beam-Column Joint. In *Journal of the Structural Division* (Vol. 95, Issue 1, pp. 107–107). <https://doi.org/10.1061/jsdeag.0002157>
- Menteri PUPR RI. (2018). Permen PUPR RI No 27/PRT/M/2018 Tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung. *Permen PUPR RI Nomor 27/PRT/M/2018*.
- Presiden Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah No 16 tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. *Presiden Republik Indonesia*, 087169, 406.
- Taqiyah, Putri Barrotut . Putra, Y. D. H. (2016). Perencanaan Ulang Struktur Beton Bertulang Pada Gedung SMP Muhammadiyah 5 Surabaya Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 1–100.