

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG PERKANTORAN PESANTREN
PROGRESIF BUMI SHALAWAT SDOARJO MENGGUNAKAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM)**

Nama Mahasiswa : Ali Maskhur
NBI : 1431402624
Pembimbing : 1. Ir. Gede Sarya MT
2. Nurul Rochmah ST, MT, M.Sc

ABSTRAK

Pesantren Progresif Bumi Shalawat Lebo Sidoarjo saat ini tengah membangun gedung perkantoran sekolah menggunakan struktur beton bertulang. Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menentukan sistem rangka yang relevan untuk wilayah gempa Sidoarjo, menentukan dimensi-dimensi penampangnya, serta penulangannya.

Gedung perkantoran tersebut berdiri diatas lahan seluas 605m², dengan tinggi bangunan mencapai 22,5 meter terdiri dari 5 lantai, Untuk jenis struktur penahan gempanya dipilih Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem rangka pemikul momen merupakan sistem rangka yang elemen-elemen dan masing-masing joinnya didesain mampu menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial.

Struktur ini didesain mengikuti aturan-aturan yang berlaku secara progresif, untuk perencanaan dimensi serta penulangan mengacu pada SNI 03-2847-2013, mengenai pembebanan mengacu pada SNI 03-1727-2013, untuk beban gempa mengacu pada SNI 03-1726-2012, serta buku-buku mengenai perancangan struktur. Hasil dari perhitungan melalui filter SNI diatas, struktur di desain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan karakteristik *strong column weak beam*.

Kata Kunci: Beton Bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen, Standart Nasional Indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan sangatlah penting bagi kehidupan manusia baik formal maupun non formal. Di dunia pendidikan berbagai disiplin ilmu diperoleh, sehingga terbentuklah sumber daya manusia yang berkualitas dan mampu menjawab tantangan zaman. Untuk mendukung berlangsungnya dunia pendidikan maka perlu tersedianya sarana dan prasarana sebagai tempat belajar-mengajar.

Pesantren Progresif Bumi Shalawat Desa Lebo Kecamatan Sidoarjo telah memiliki berbagai gedung untuk pendidikan formal, yaitu Madrasah Ibtidaiyah, SMP, maupun SMA. Untuk menunjang aktivitas pendidikan dalam gedung-gedung tersebut maka dibangun pula gedung perkantoran. Gedung perkantoran ini masih dalam proses pembangunan, nantinya akan berdiri sampai 5 lantai di atas lahan seluas 409 m² menggunakan struktur beton bertulang.

Indonesia termasuk daerah yang rawan terhadap gempa oleh sebab itu untuk meminimalisir resiko keruntuhan struktur akibat bencana gempa maka struktur bangunan gedung perkantoran tersebut didesain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) merupakan jenis model struktur yang umum digunakan sebagai penahan beban gempa selain dinding struktural (*shear wall*) ataupun kombinasi antara Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan dinding struktural (*shear wall*), model Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) ini komponen serta joinnya mampu menahan gaya-gaya yang bekerja pada model rangka tersebut baik itu lentur, geser, aksial, dan tentu saja momen.

Pembangunan gedung tersebut mengacu pada “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)” untuk perencanaan dimensi serta penulangannya, mengenai pembebanan mengacu pada “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain” (SNI 03-1727-2013) serta “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)” untuk analisis beban gempanya, analisa gaya dalam pada struktur bangunan ini menggunakan bantuan *software* STAAD.Pro V8i.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas muncul beberapa rumusan masalah berikut ini :

1. Bagaimana langkah-langkah perhitungan untuk menentukan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang digunakan pada struktur bangunan?
2. Bagaimana langkah-langkah pemodelan struktur untuk mencari gaya dalam pada struktur menggunakan *software* STAAD.Pro V8i?
3. Bagaimana langkah-langkah perhitungan untuk menentukan dimensi kolom, balok, maupun pelat melalui *preliminary design* yang sesuai peraturan (SNI 03-2847-2013)?
4. Bagaimana langkah-langkah perhitungan untuk menentukan tulangan kolom, balok, dan pelat yang sesuai dengan peraturan di (SNI 03-2847-2013) ?

1.3. Tujuan

Tujuan utama dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan lulus kuliah program studi Teknik Sipil Untag Surabaya dan juga tujuan lainnya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui langkah-langkah penentuan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang digunakan pada struktur bangunan.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah pemodelan struktur yang dilakukan untuk mencari gaya dalam pada struktur menggunakan *software* STAAD Pro V8i.
3. Untuk mengetahui langkah-langkah penentuan dimensi kolom, balok, dan pelat yang sesuai peraturan (SNI 03-2847-2013).
4. Untuk mengetahui langkah-langkah penentuan tulangan kolom, balok, dan pelat yang sesuai dengan peraturan (SNI 03-2847-2013).

1.4. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini :

1. Struktur menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).
2. Tidak membahas metode pelaksanaan konstruksi.
3. Tidak memperhitungkan faktor biaya atau RAB.

1.5. Manfaat

Manfaat dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mampu mendesain bangunan yang ekonomis, aman, nyaman, serta fungsional.
2. Menambah wawasan atau ilmu pengetahuan yang dapat diaplikasikan dalam mendesain sebuah bangunan.
3. Memberikan informasi tentang jenis struktur yang relevan untuk zona gempa Kabupaten Sidoarjo.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Deskripsi Beton Bertulang

Beton bertulang adalah kombinasi dari beton serta tulangan baja, yang bekerja secara bersama-sama untuk memikul beban yang ada. Tulangan baja akan memberikan kuat Tarik yang tidak dimiliki oleh beton. Selain itu tulangan baja juga mampu memikul beban tekan, seperti digunakan pada elemen kolom beton (Agus Setiawan, 2013).

Beton merupakan material pencampuran dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/batu pecah), semen, dan air. Sering juga ditambahkan bahan tambah kimiawi (*admixture*) ataupun mineral (*additive*) ke dalam campuran beton. Tujuannya adalah untuk mengatur sifat dan karakteristik beton agar sesuai dengan yang kita inginkan, diantaranya yaitu memudahkan dalam pengerjaan, menambah kekuatan, serta efisiensi. Notasi dari kuat tekan beton ialah " f_c ". Nilai f_c diperoleh dari nilai rata-rata kuat tekan pengujian silinder minimal 2 buah diameter 150 mm tinggi 300 mm atau minimal 3 buah diameter 100 mm tinggi 200 mm yang terbuat dari adukan beton yang sama dan diuji pada beton umur 28 hari (SNI 03-2847-2013 pasal 5.6.2.4). Beton harus dirancang sedemikian hingga menghasilkan kekuatan tekan rata-rata, f_{cr} , seperti yang disebutkan dalam pasal 5.3.2 dan juga memenuhi kriteria durabilitas dalam pasal 4. Frekuensi nilai kuat tekan rata-rata yang berada dibawah nilai f_c seperti yang ditentukan dalam pasal 5.6.3.3 haruslah sekecil mungkin. Selain itu, nilai f_c yang digunakan pada bangunan yang direncanakan sesuai dengan aturan-aturan dalam standar ini, tidak boleh kurang daripada 17 Mpa pasal 5.1.1 (SNI 03-2847-2013).

2.1.1. Keunggulan dan Kelemahan Beton Bertulang

Beton bertulang sebagai material konstruksi bangunan memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan material konstruksi lainnya diantara keunggulannya ialah :

1. Beton memiliki kuat tekan tinggi.
2. Beton memiliki ketahanan terhadap air dan api dibandingkan dengan material konstruksi lainnya, pada bangunan yang terendam air beton dapat dijadikan pilihan utama. Selimut beton yang memadai akan melindungi beton dari keruntuhan saat terjadi kebakaran.
3. Struktur beton bertulang sangat kokoh.
4. Umur layan beton yang panjang dengan biaya pemeliharaan yang ringan.
5. Pada struktur bangunan tiang jembatan, pondasi, ataupun dinding basement, beton bertulang merupakan pilihan yang ekonomis.
6. Keluwesan beton untuk dapat dicetak menjadi berbagai macam penampang.
7. Tenaga kerja untuk pengerjaan beton tidak terlalu berkeahlian tinggi.

Akan tetapi beton juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan bangunan, beberapa kelemahan tersebut yaitu:

1. Kuat tarik beton rendah, hanya sekitar 10-15% dari kuat tekannya.
2. Waktu pengerjaan beton yang relatif lebih lama

3. Beton memerlukan bekisting, penopang pada saat pengecoran, serta biaya bekisting yang cukup mahal mencapai dua pertiga dari biaya beton.
4. Rendahnya kekuatan per satuan berat dari beton mengakibatkan beton bertulang menjadi berat. Pada konstruksi bentang panjang beban mati beton akan mempengaruhi momen lentur.
5. Kualitas beton ditentukan saat proses pencampuran maupun proses pencetakan.

2.2. Struktur Beton Bertulang

filosofi dasar dari struktur beton bertulang ialah tercapainya suatu struktur bangunan beton bertulang yang ekonomis, yang mampu menerima beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan tersebut.

Proses desain suatu struktur secara garis besar dilakukan melalui dua tahap: (1) menentukan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut dengan menggunakan metode-metode analisis struktur yang tepat dan (2) menentukan dimensi atau ukuran dari tiap elemen struktur secara ekonomis dengan mempertimbangkan faktor keamanan, stabilitas, kemampuan, serta fungsi dari struktur tersebut (Agus Setiawan, 2013).

Negara Indonesia melalui “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)” telah mengatur bagaimana struktur beton bertulang didesain. Konsep perencanaan yang dianut oleh SNI 03-2847-2013 adalah berbasis kekuatan, atau yang lebih sering dikenal sebagai metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*). Maka konsep dasar yang harus dipenuhi ialah :

$$\text{Kuat Rencana} \geq \text{Kuat Perlu}$$

$$\emptyset (\text{Kuat Nominal}) \geq U$$

Kuat rencana adalah kuat nominal yang berada pada struktur tersebut yang telah dikalikan dengan faktor reduksi (\emptyset), kuat nominal diperoleh melalui perhitungan analisis kekuatan suatu komponen struktur penampang yang telah distandarkan oleh peraturan. Sedangkan kuat perlu (U) dihitung dengan mempertimbangkan faktor beban sesuai jenis beban yang berkerja pada sebuah struktur.

Sistem Struktur beton bertulang, pada prinsipnya, wajib memperhatikan perhitungan yang berhubungan dengan gaya luar atau beban-beban yang bekerja pada struktur. Perhitungan gaya luar melibatkan dasar keamanan berupa faktor beban sehingga dapat diketahui kuat perlu (U). Sementara pada gaya dalam berupa gaya aksial, momen lentur, gaya geser, dan momen puntir perlu disertakan dasar keamanan berupa faktor reduksi sehingga diperoleh kuat rencana yang nilainya minimal sama dengan kuat perlu.

2.3. Komponen Struktur Beton Bertulang

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

fungsional. Pada umumnya, struktur beton bertulang terdiri dari beberapa komponen berupa :

- Pelat lantai
- Balok
- Kolom
- Rangka
- Dinding

A. Persyaratan Desain Struktur SRPMM

➤ Kekuatan Geser

ϕV_n balok penahan pengaruh gempa, E , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b).

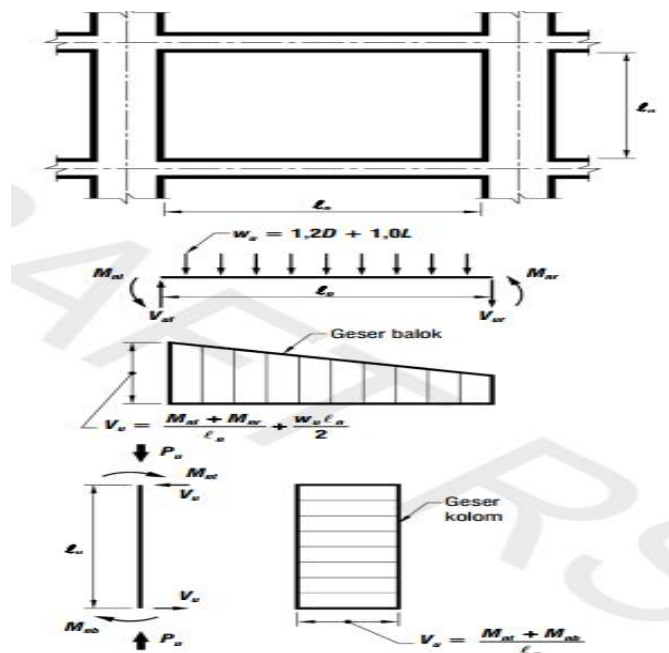
(a) Jumlah geser yang terkait dengan pengembangan M_n balok pada setiap ujung bentang bersih yang terkekang akibat lentur kurvatur balik dan geser yang dihitung untuk beban gravitasi terfaktor.

(b) Geser maksimum dari kombinasi beban desain dengan melibatkan E , nilai E diasumsikan sebesar dua kali dari yang telah ditetapkan tata cara bangunan umum.

ϕV_n kolom penahan pengaruh gempa, E , minimum sama dengan yang lebih kecil dari (a) dan (b) :

(a) Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, menghasilkan kekuatan lentur tinggi.

(b) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan E , dengan E ditingkatkan oleh Ω_0 .



Gambar 2.4. Geser Desain untuk SRPMM (SNI 03-2847-2013)

➤ **Tulangan Memanjang**

SRPMM memiliki tulangan memanjang sebagai berikut :

- (a) Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari sepertiga kuat lentur negatifnya pada muka tersebut :

$$\phi M_n^{+ki} \geq \frac{1}{3} \phi M_n^{-ki} \quad (\text{tumpuan kiri})$$

$$\phi M_n^{+ka} \geq \frac{1}{3} \phi M_n^{-ka} \quad (\text{tumpuan kanan})$$

dengan:

M_{nki} = kuat momen pada bagian tumpuan sebelah kiri dari komponen lentur

M_{nka} = kuat momen pada bagian tumpuan sebelah kanandari komponen lentur

- (b) Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari $\frac{1}{5}$ kuat lentur terbesar yang disediakan pada kedua muka kolom tersebut.

$$(\phi M_n^{+} \text{ atau } \phi M_n^{-}) \geq \frac{1}{5} (\phi M_n \text{ terbesar di setiap titik })$$

➤ **Balok**

Di tiap kedua ujung dari suatu komponen struktur lentur harus dipasang tulangan sengkang sepanjang jarak dua kali tinggi komponen struktur lentur tersebut ($2h$), yang diukur dari muka perletakan ke arah tengah bentang. Sengkang pertama diletakkan tidak lebih 50 mm dari muka perletakan. Berikut ketentuan mengenai jarak sengkang yang harus diambil dari nilai terkecil antara:

- (a) $d/4$
- (b) 8 x diameter terkecil dari tulangan memanjang
- (c) 24 x diameter sengkang
- (d) 300 mm

Sengkang harus dispasikan tidak lebih dari $d/2$ di sepanjang balok.

➤ **Kolom**

Pada kedua ujung kolom, sengkang harus disediakan dengan spasi s_0 di sepanjang ℓ_0 diukur dari muka joint. Spasi s_0 harus lebih kecil dari:

- (a) 8 x diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi
- (b) 24 x diameter tulangan sengkang
- (c) $\frac{1}{2}$ x dimensi penampang kolom terkecil
- (d) 300 mm

Panjang ℓ_0 tidak boleh kurang dari yang terbesar dari:

- (a) $\frac{1}{6}$ panjang bersih kolom
- (b) Dimensi penampang maksimum kolom
- (c) 450 mm

Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari $s_0/2$ dari muka joint. Diluar daerah sepanjang ℓ_0 , harus disediakan tulangan sengkang dengan jarak yang tidak lebih dari $d/2$ atau 600 mm.

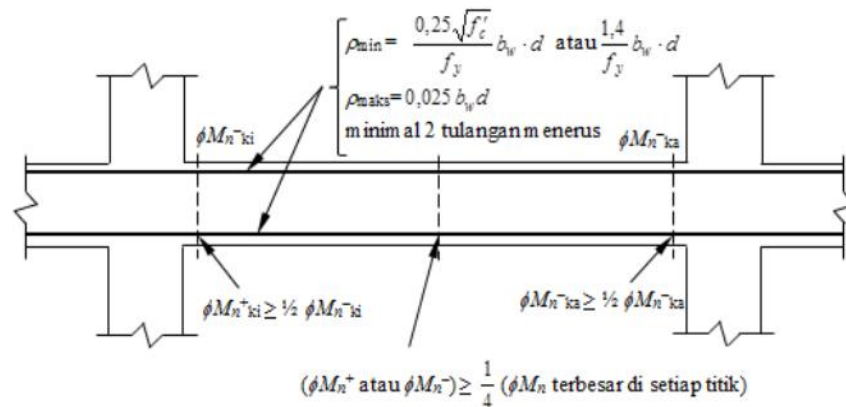
B. Persyaratan Desain Struktur SRPMK

➤ Komponen Lentur Pada SRPMK

▪ Syarat dimensi penampang (SNI 2847:2013 pasal 21.5.1)

Sebuah komponen lentur bagian dari SRPMK, harus memenuhi kriteria yang ditetapkan di dalam SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 hingga 21.5.1.4 sebagai berikut :

- Gaya tekan aksial terfaktor, P_u , tidak lebih dari $Agf'_c / 10$. ($P_u < Agf'_c / 10$).
 - Panjang bentang bersih, l_n , harus lebih besar dari 4 kali tinggi efektif. ($l_n \geq 4d$).
 - Lebar penampang, b_w , tidak kurang dari 0,3 kali tinggi penampang namun tidak boleh diambil kurang dari 250 mm ($b_w \geq 0,3h$ atau 250 mm).
 - Lebar penampang, b_w , tidak boleh melebihi lebar kolom pendukung ditambah nilai terkecil dari lebar kolom atau $\frac{3}{4}$ kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen lentur.
- **Persyaratan Tulangan Lentur (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2)**

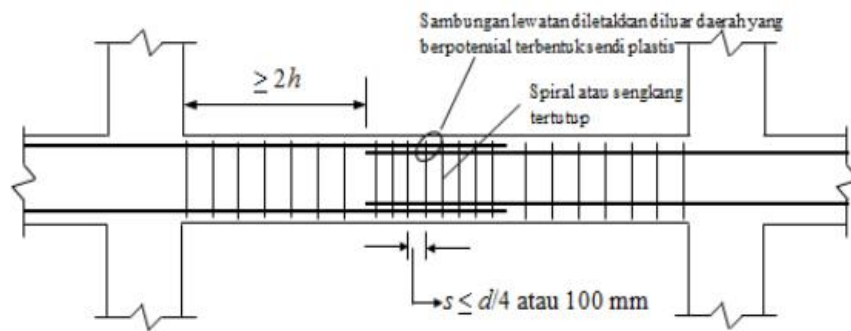


Gambar 2.5. Persyaratan Tulangan Lentur SRPMK (Setiawan, 2013)

Untuk sambungan lewatan tulangan lentur diizinkan jika ada tulangan spiral atau sengkang disediakan sepanjang panjang sambungan. Spasi tulangan transversal tidak melebihi $d/4$ atau 100mm.

Sambungan lewatan tidak boleh digunakan:

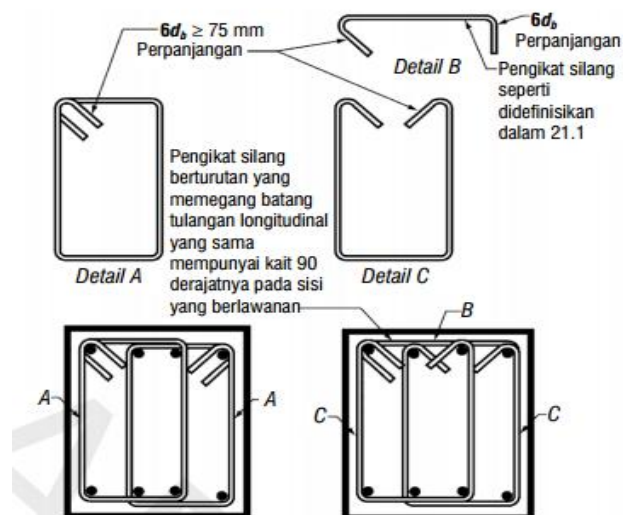
- Dalam joint
- Dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur dari muka joint
- Bila analisis menunjukkan pelelehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastis rangka.



Gambar 2.6. Persyaratan Sambungan Lewatan SRPMK (Setiawan, 2013)

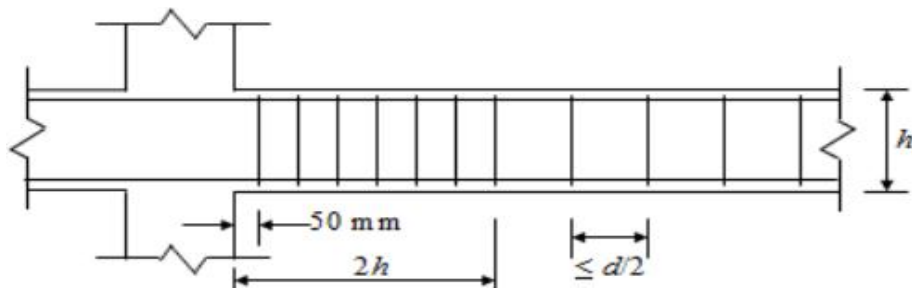
➤ **Persyaratan Tulangan Transversal (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)**

- Sengkang tertutup harus disediakan pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan pada kedua ujung komponen struktur lentur.
- Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak antar sengkang tertutup tidak boleh melebihi dari nilai terkecil antara :
 - $d/4$
 - $6d_b$ (6 kali diameter tulangan memanjang terkecil)
 - 150 mm



Gambar 2.7. Detail Sengkang pada SRPMK (SNI 03-2847-2013)

- Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang dengan kait gempu pada kedua ujungnya harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari $d/2$ di sepanjang bentang komponen struktur lentur.

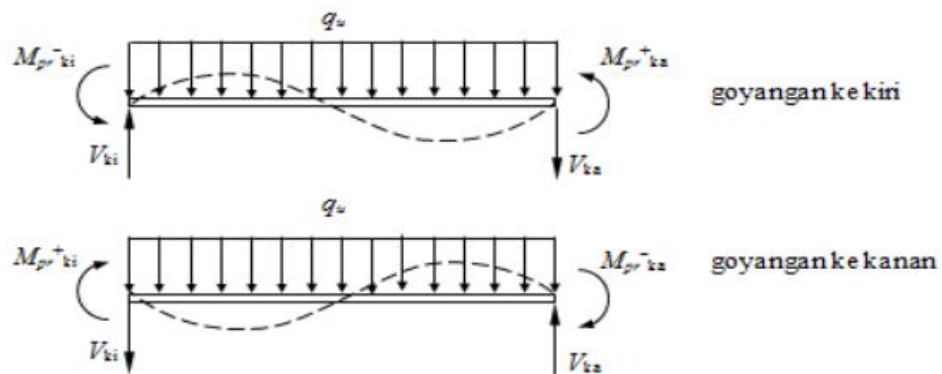


Gambar 2.8. Persyaratan Spasi Tulangan Transversal (SNI 03-2847-2013)

- Tulangan transversal untuk SRPMK harus didesain untuk memikul gaya geser rencana yang ditimbulkan oleh kuat lentur maksimum, M_{pr} , dengan tanda berlawanan, yang dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan.
- Pada saat yang bersamaan komponen struktur tersebut dianggap memikul beban gravitasi terfaktor di sepanjang bentangnya. Besarnya gaya geser rencana tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_{ki} = \frac{M_{pr}^- + M_{pr}^+}{l_n} + \frac{q_u l_n}{2}$$

$$V_{ka} = \frac{M_{pr}^+ + M_{pr}^-}{l_n} - \frac{q_u l_n}{2}$$



Gambar 2.9. Gaya Geser Rencana pada SRPMK (Setiawan, 2013)

- Besarnya nilai M_{pr} , dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_{pr} = A_s (1,25 f_y) \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

dengan

$$a = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f' c b}$$

- Kuat geser yang disumbangkan oleh beton, V_c , dapat diambil sama dengan nol apabila gaya geser akibat gempa lebih besar atau sama dengan 50% dari kuat geser perlu maksimum di sepanjang daerah tersebut, serta apabila gaya aksial tekan terfaktor, termasuk akibat gempa, lebih kecil dari $A_g f' c / 20$.

2.4. Pembebanan Struktur

Struktur beton bertulang dirancang untuk dapat memikul beban-beban yang memungkinkan untuk diterapkan. Beban merupakan gaya luar yang bekerja pada struktur.

Beban-beban tersebut nantinya akan dikombinasikan apabila sudah terhitung secara cermat satu persatunya. Terdapat berbagai pedoman yang mengatur tentang pembebanan di Indonesia:

1. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).
2. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 03-1727-2013)
3. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG, 1987).

Pada umumnya beban-beban yang bekerja pada struktur meliputi:

2.4.1. Beban Mati

Beban mati pada SNI 03-1727-2013 diartikan sebagai berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya. Beberapa contoh beban mati:

- Berat jenis beton bertulang = 2400 Kg/m³
- Dinding pasangan setengah bata merah = 250 Kg/m²
- Spesi lantai keramik per cm = 21 Kg/m²
- Plafond + penggantung = 18 Kg/m²
- Plumbing = 10 Kg/m²
- Sanitasi = 20 Kg/m²

2.4.2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan termasuk beban akibat air hujan pada atap (PPPURG, 1987). Beban hidup pada lantai gedung telah diatur didalam SNI 03-1727-2013.

2.4.3. Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang disebabkan karena adanya tekanan angin pada struktur. Besarnya beban angin ditentukan oleh kecepatan angin, rapat massa udara, letak geografis bangunan, bentuk dan ketinggian bangunan, serta kekakuan struktur. Beban angin yang bekerja pada struktur dapat berupa tekanan atau hisapan, hal ini sebagai akibat berbeloknya angin atau berhenti pada waktu menerpa struktur yang merubah energi kinetik angin menjadi energi potensial.

2.4.4. Beban Gempa

Beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan ini akan ditinjau dengan metode analisis statik ekuivalen dan metode analisis gempa dinamik, baik spektrum respons maupun riwayat waktu. Kedua analisis tersebut mengacu pada SNI 03-1726-2012 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”.

2.5. Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 03–2847–2013 kekuatan perlu U harus paling tidak sama dengan pengaruh beban terfaktor dalam persamaan di bawah ini. Pengaruh salah satu atau lebih beban yang tidak bekerja secara serentak harus diperiksa (beban S (salju) dalam persamaan-persamaan di bawah dihapus karena tidak relevan, lihat Daftar Deviasi).

$$U = 1,4D$$

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

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

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

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

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

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

Dimana:

D = beban mati

L = beban hidup

Lr = beban hidup atap

R = beban hujan

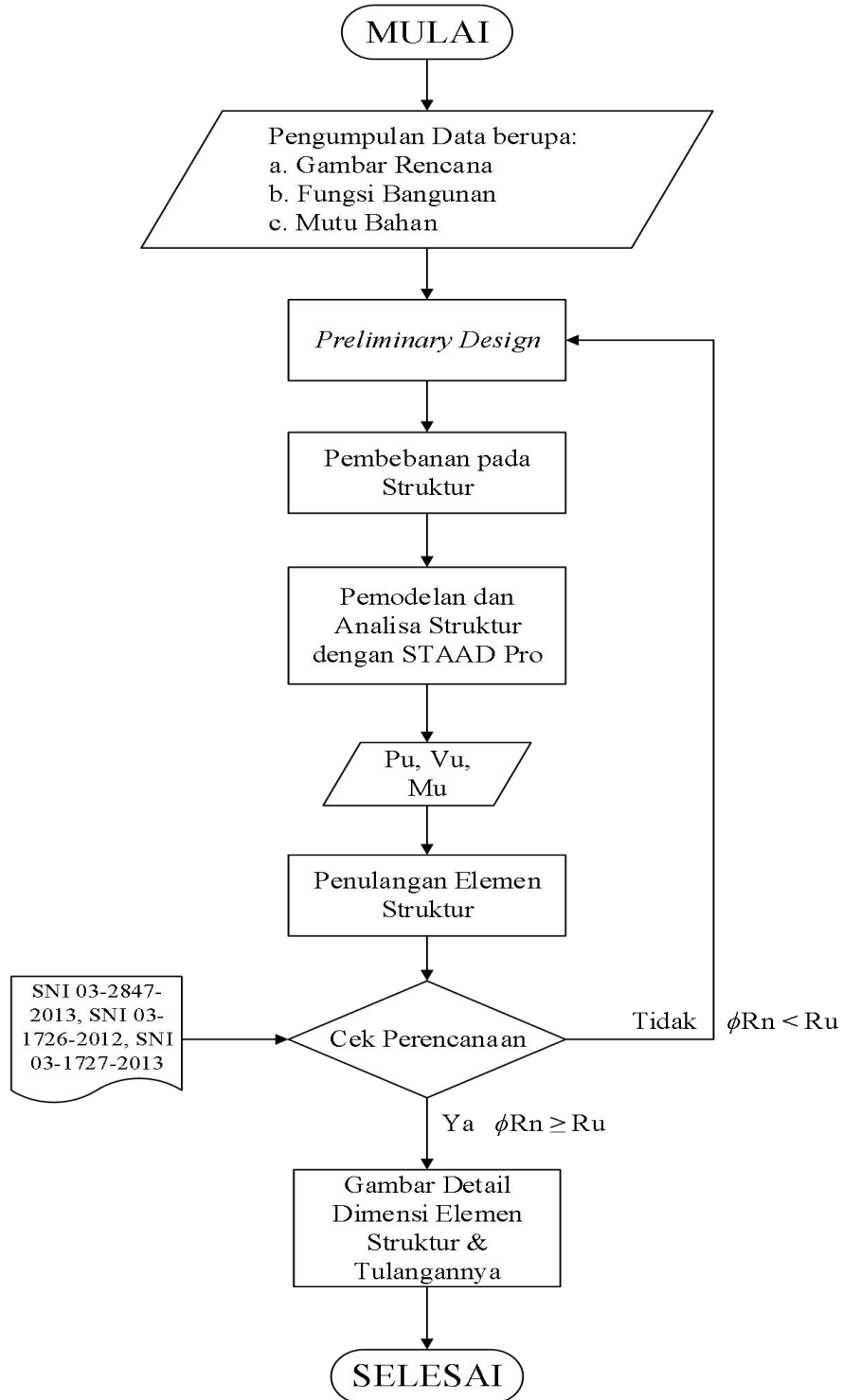
W = beban angin

E = beban gempa

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Diagram Alir



3.1.1. Penjelasan

A. Pengumpulan Data

Data-data yang diperoleh dari lapangan adalah:

1. Fungsi : Gedung Perkantoran
2. Lokasi bangunan : Jl. Kiai Dasuki - Lebo - Sidoarjo
3. Struktur utama : Beton Bertulang SRPM
4. Jumlah lantai : 6 (termasuk atap)
5. Tinggi bangunan : 22,5 meter
6. Jenis tanah : Tanah Lunak
7. Mutu beton ($f'c$) : 30 Mpa
8. Mutu baja (f_y) : Bj TD 400 Mpa, Bj TP 400 Mpa

B. Preliminary Design

Pada tahap ini ditentukan dimensi awal elemen-elemen struktur berdasarkan persamaan-persamaan yang ada di Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013), adapun elemen-elemen struktur tersebut meliputi:

- Pelat
- Balok
- Kolom

C. Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan tersebut mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku:

1. Untuk beban mati, beban hidup, dan beban angin mengacu pada Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013) dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG – 1987).
2. Untuk beban gempa mengacu pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012), sampai sini dapat ditentukan jenis struktur SRPM yang akan diterapkan pada struktur yang direncanakan, mulai dari SRPMB (biasa), SRPMM (menengah), SRPMK (khusus).
3. Dan untuk beban kombinasi mengacu pada Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013).

D. Pemodelan dan Analisa Struktur

Pemodelan dimaksudkan untuk mengetahui gaya-gaya dalam berupa P_u , V_u , dan M_u pada struktur tersebut setelah diberikan pembebanan, termasuk perpindahan dan rotasi yang terjadi akibat beban gempa. Dalam Tugas Akhir ini digunakan program bantu *software* STAAD.Pro V8i untuk analisa struktur tersebut.

E. Penulangan

Data-data output dari program *software* STAAD.Pro V8i selanjutnya diolah untuk menghitung kebutuhan tulangan elemen-elemen struktur. Dengan mengambil nilai momen terbesar pada elemen struktur tertentu yang sama dimensinya, sedangkan elemen lain dengan momen yang lebih kecil dianggap telah terwakili. Prosedur penulangan mengacu pada SNI 03-2847-2013, serta buku pedoman mengenai perancangan beton

bertulang. Elemen struktur yang diperhitungkan tulangnya meliputi pelat, balok, dan kolom.

F. Cek Perencanaan

Setelah elemen struktur diberi tulangan langkah selanjutnya adalah cek perencanaan, cek perencanaan dilakukan untuk meninjau ulang langkah-langkah maupun hasil perhitungan masing-masing elemen struktur, jika diketahui sudah mengikuti dan memenuhi persyaratan yang berlaku, kuat rencana sudah lebih besar atau sama dengan kuat perlu, nyaman, serta efisien maka dapat dilanjutkan pada langkah selanjutnya, jika tidak, maka dilakukan desain ulang.

G. Gambar Detail

Proses akhir dari bagan Tugas Akhir adalah gambar detail, gambar detail dikerjakan setelah cek perencanaan sudah *fix*. gambar detail meliputi dimensi elemen struktur serta tulangnya dalam hal ini dipakai program bantu AutoCAD.

3.2. Lokasi



Gambar 3.1. Lokasi Bangunan yang dijadikan Objek Penelitian (Google Earth)

Lokasi Pesantren Progresif Bumi Shalawat yang dijadikan objek pada penelitian ini ada di Jl. Kiai Dasuki No. 1 Lebo - Sidoarjo. Objek tersebut berupa gedung perkantoran 6 lantai.

3.3. Alat dan Bahan

Untuk menghitung beban – beban yang bekerja pada struktur bangunan maupun gaya – gaya dalam yang ada pada elmen struktur diperlukan sebuah *software* alat bantu, pada penelitian ini dipakai *software* alat bantu Microsoft excel untuk menghitung pembebanan, *software* STAAD Pro.V8i untuk analisa gaya dalam, untuk penggambaran denah dan detail tulangan dipakai *software* Auto CAD.

Bahan yang dijadikan standard atau kontrol perhitungan dan kelayakan adalah SNI 03-2847-2013 untuk perencanaan dimensi serta penulangan, SNI 03-1727-2013 untuk pembebanan, SNI 03-1726-2012 untuk pembebanan gempa.

3.3.1. Alat

A. STAAD Pro

STAAD Pro adalah salah satu program analisa struktur yang pada saat ini telah banyak dipakai diseluruh dunia. STAAD Pro menggunakan teknologi yang paling modern dalam rekayasa elemen hingga, dengan metode input data berbasis object oriented. Program ini dikembangkan oleh tim dengan pengalaman lebih dari 20 tahun riset yang diadakan di USA, Kanada, dan eropa dalam merumuskan metode ini. Dengan ketepatan numerik dan efisiensi perhitungan, metode ini memberikan hasil yang lebih baik daripada metode lain yang diketahui pada semua aplikasi rekayasa struktur. Kelebihan yang sangat dominan yang dimiliki oleh STAAD Pro adalah kemudahan dalam penggunaannya. GUI (Graphical User Interface) dirancang sedemikian rupa agar user/pengguna lebih mudah menggunakan aplikasi dari program ini.

B. Microsoft Excel

Pengertian Microsoft excel adalah Program aplikasi pada Microsoft Office yang digunakan dalam pengolahan angka (Aritmatika). Microsoft Excel sangat membantu kita dalam menyelesaikan permasalahan yang mudah sampai dengan yang rumit dalam bidang administratif khususnya. Microsoft Excel adalah aplikasi pengolah angka yang dikeluarkan oleh Microsoft Corporation. Microsoft Office Excel memang dikenal dengan penggunaan rumus-rumus dan formula dalam lembar kerjanya. Penggunaan rumus yang efektif akan memudahkan Anda dalam membuat laporan pekerjaan dengan menggunakan Microsoft Excel. Formula atau rumus Microsoft Excel adalah keunggulan tersendiri untuk aplikasi ini, dengan kemampuannya dalam mengolah data melalui perhitungan matematis yang sangat beragam fungsinya.

C. AutoCAD

AutoCAD merupakan *software* komputer yang digunakan untuk menghasilkan gambar 2 dimensi dan 3 dimensi. Dengan perangkat lunak ini sangat memudahkan pekerjaan desain interior, insiyur mesin, arsitek dan berbagai profesi lainnya. Dengan berbagai fungsi AutoCAD yang mudah diaplikasikan, menjadikan *software* ini populer dan banyak digunakan. CAD adalah kependekan dari Computer Aided drafting and Design program. Aplikasi ini berfungsi dalam bidang desain grafis, arsitektur, teknik sipil, mekanikal engineering dan berbagai bidang lainnya yang berhubungan dengan penciptaan gambar tertentu. Dengan perangkat lunak ini, maka lebih mudah dalam menghasilkan model yang tepat, guna memenuhi kebutuhan khusus. Karena gambar bisa dibuat menyerupai bentuk aslinya, dengan ukuran yang disesuaikan.

3.3.2. Bahan

A. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013)

Standar ini memberikan persyaratan minimum untuk desain dan konstruksi komponen struktur beton semua struktur yang dibangun menurut persyaratan peraturan

bangunan gedung secara umum yang diadopsi secara legal dimana standar ini merupakan bagiannya. Di daerah tanpa peraturan bangunan gedung yang diadopsi secara legal, standar ini menentukan standar minimum yang dapat diterima untuk bahan, desain, dan praktek konstruksi. Standar ini juga memuat evaluasi kekuatan struktur beton yang sudah dibangun.

B. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013)

Standar ini memuat ketentuan beban minimum untuk merancang bangunan gedung dan struktur lain. Beban dan kombinasi pembebanan yang sesuai, telah dikembangkan dan harus digunakan bersama, baik untuk perancangan dengan metode kekuatan ataupun perancangan dengan metode tegangan izin. Untuk kuat rancang dan batas tegangan izin, spesifikasi perancangan bahan bangunan konvensional yang digunakan pada bangunan gedung dan modifikasinya yang dimuat dalam standar ini harus diikuti.

C. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012)

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan (gedung, jembatan, dermaga, dan sebagainya) beban gempa merupakan salah satu parameter beban yang paling menentukan. Secara nyata hal ini dapat dilihat dari banyaknya kerusakan dan kegagalan bangunan yang disebabkan bencana gempa bumi. Banyaknya korban yang berjatuh juga ikut mendorong para ahli untuk lebih memperhatikan efek gempa dalam perencanaan.

Untuk merencanakan bangunan tahan gempa yang baik beberapa institusi telah membuat pedoman dalam merencanakan beban gempa. Di Indonesia, pedoman yang wajib digunakan saat ini untuk perencanaan beban gempa adalah SNI 03-1726-2012 yang merupakan pengganti dari SNI 03-1726-2002. SNI ini mengacu pada code ASCE 7-10, FEMA P750/2009, dan IBC 2009. Oleh karena itu wajar jika ditemukan banyak kesamaan isi SNI ini dengan ketiga kode di atas.

SNI 03-1726-2012 menentukan bahwa analisis beban gempa dapat dilakukan dengan 3 prosedur, yaitu analisis gaya lateral ekuivalen, analisis spektrum respons ragam, dan prosedur riwayat respons seismik. Penentuan prosedur analisis yang dapat digunakan bergantung pada kategori desain seismik struktur, sistem struktur, properti dinamis, dan keteraturan.

3.4. Metode Penelitian

Istilah metode penelitian terdiri atas dua kata, yaitu kata metode dan kata penelitian. Kata metode berasal dari bahasa Yunani yaitu *methodos* yang berarti cara atau menuju suatu jalan. Metode merupakan kegiatan ilmiah yang berkaitan dengan suatu cara kerja (sistematis) untuk memahami suatu subjek atau objek penelitian, sebagai upaya untuk menemukan jawaban yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah dan termasuk keabsahannya. Adapun pengertian penelitian adalah suatu proses pengumpulan dan analisis data yang dilakukan secara sistematis, untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Pengumpulan dan analisis data dilakukan secara ilmiah, baik bersifat kuantitatif maupun kualitatif, eksperimental maupun non eksperimental, interaktif maupun non interaktif.