



BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Asumsi-Asumsi Dalam Perencanaan Konstruksi

3.1.1 Asumsi Dalam Perencanaan Konstruksi

Asumsi ini digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan konstruksi dan supaya perencanaan mendekati kenyataan.

1. Dinding tembok dianggap non struktural, karena difungsikan sebagai sekat/pemisah ruangan.
2. Portal sepenuhnya menahan beban yang terjadi, beban gravitasi, beban gempa maupun beban angin.
3. Beban angin diperhitungkan untuk perencanaan atap dan portal.
4. Portal dihitung sebagai portal terbuka (*Open frame*), dengan demikian beban gravitasi maupun beban gempa ditahan oleh portal.
5. Kolom struktural paling bawah dianggap terjepit penuh pada pondasi.
6. Pondasi dianggap tidak mengalami pergeseran horisontal, penurunan maupun berotasi.

3.1.2 Asumsi Dalam Perencanaan Gempa dengan Statik Ekuivalen

1. Pelat dianggap sebagai diafragma yang kaku pada bidangnya.
2. Massa konstruksi yang terpusat bekerja pada lantai tingkat bangunan.

3.1.3 Asumsi Dalam Perencanaan Komponen Struktur Beton

1. Regangan dalam tulangan dan beton diasumsikan berbanding lurus dengan jarak dari sumbu netral.



2. Regangan maksimum yang dapat digunakan pada serat beton tekan terluar diasumsikan sama dengan 0,003.
3. Tegangan pada tulangan yang berada dibawah tegangan lelehnya dihitung sebagai perkalian antara modulus elastisitas dengan regangan yang terjadi, sedangkan untuk tegangan pada tulangan yang berada diatas tegangan lelehnya dianggap sama dengan tegangan lelehnya.
4. Kekuatan tarik pada beton diabaikan pada perhitungan lentur.
5. Distribusi tegangan tekan beton dianggap berbentuk empat persegi panjang pada saat kekuatan nominal.
 - a. Tegangan beton dianggap sebesar $0,85 f'_c$ yang terdistribusi merata di daerah tekan ekuivalen dibatasi tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1 \cdot c$ dari serat dengan tegangan tekan maksimum.
 - b. Faktor β_1 diambil sebesar 0,85 untuk kuat tekan beton f'_c lebih kecil atau sama dengan 30 Mpa. Untuk kekuatan diatas 30 Mpa, β_1 harus direduksi secara menerus sebesar 0,008 untuk setiap kelebihan 1 Mpa, tetapi β_1 tidak boleh kurang dari 0,65.

3.2 Langkah-Langkah Analisa Statika Dengan Program SAP 2000

SAP 2000 (*Structural Analysis Program 2000*) adalah salah satu program komputer untuk menganalisa dan mendesain struktur bangunan, baik yang berupa struktur 2 dimensi maupun struktur 3 dimensi. Analisa struktur dapat dilakukan secara statik maupun dinamik, dengan berbagai macam kombinasi pembebanan.



SAP 2000 menggunakan Metode Elemen Hingga sebagai dasar untuk analisis perhitungannya.

Penggunaan yang efektif dari suatu program seperti SAP 2000 untuk keperluan analisis struktur, memerlukan pengalaman yang cukup mengenal pemahaman dari struktur yang akan dianalisis. Tahap yang paling sulit didalam prosedur analisis adalah pemilihan model struktur yang tepat, meliputi karakteristik dan perilaku yang mendekati kondisi struktur yang sebenarnya. Pemeriksaan terhadap hasil perhitungan yang didapat dari program komputer merupakan hal yang sangat penting, seperti pemodelan dari struktur yang akan dianalisis.

Didalam prosedur analisis memilih model struktur yang tepat, meliputi karakteristik dan perilaku yang mendekati kondisi struktur yang sebenarnya. File data yang berisi informasi mengenai konfigurasi dari struktur, kondisi tumpuan, jenis elemen dan besarnya beban luar yang bekerja pada struktur, disusun secara sistematis dalam beberapa blok data.

Langkah-langkah menjalankan program SAP 2000 yaitu :

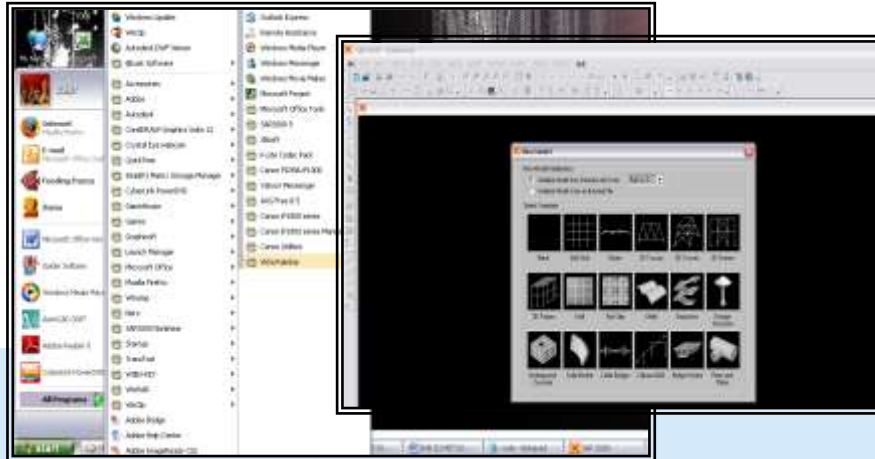
1. Memulai SAP 2000

Klik tombol mouse pada menu **start**

Pilih menu **all programs – SAP 2000 Nonlinier – SAP 2000 Nonlinier**

Pilih **File - New Model**

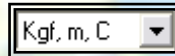
Sebuah kotak dialog (lihat gambar 3.1) akan muncul saat akan memulai SAP 2000.



Gambar 3.1 Lingkungan kerja SAP2000
 Sumber : SAP2000

2. Merancang sebuah model struktur

Klik pada pojok bawah kanan pada tampilan status bar untuk memilih satuan gaya dan panjang suatu model struktur.



(umumnya satuan kgf-m)

Klik Grid Only (lihat gambar 3.2)



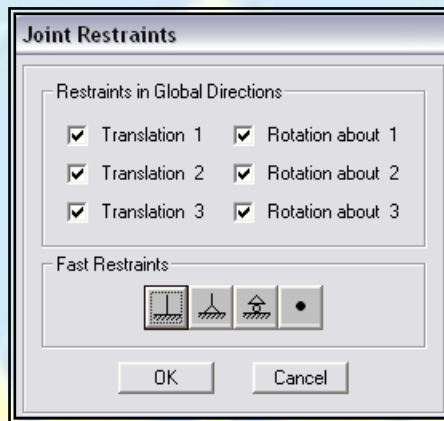
Gambar 3.2 Grid System SAP2000
 Sumber : SAP2000



Di dalam kotak dialog gambar 3.2 ini dimasukkan data berapa grid pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z serta lebar masing-masing grid. Klik **OK**. (mengubah grid secara manual - klik kanan pada layar pilih menu **Edit Grid Data**)

3. Menentukan perletakan

Pilih titik yang mempunyai perletakan yang sama. Klik pada menu **Assign - Joint - Restraint** dan pilih perletakan yang sesuai.



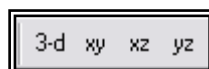
Gambar 3.3 Kotak Dialog Joint Restraints (Titik Perletakan)
Sumber : SAP2000

4. Pemberian nomor titik dan nomor batang


Klik pada menu **Draw - New Label...** lalu masukkan nomor titik dan nomor batang pada kotak dialog **New Label. Initialization** dengan memperhatikan nomor awal dan loncatan nomor. (lihat gambar 3.4)

Proses penambahan titik dan batang pada model struktur.

Klik pada tombol main toolbar YZ, atau XY atau XZ untuk mengaktifkan tampilan 2 dimensi






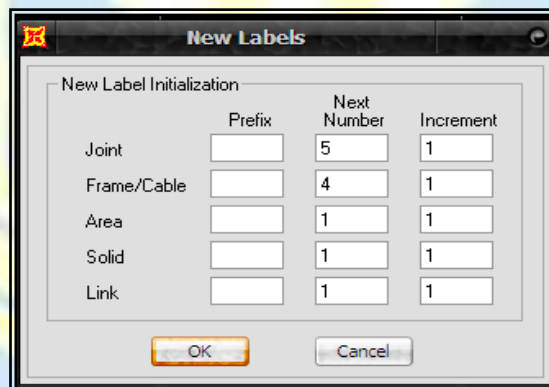
Klik **Draw Frame Element** pada toolbar, atau pilih **Draw frame Element** dari **Draw** menu, jika ingin menambahkan titik dan batang pada model struktur. 

Klik titik awal batang dan titik akhir batang. Klik kanan pada mouse untuk mengakhiri penambahan batang. Ulangi bila ingin menambahkan.

Supaya tidak terjadi penyimpangan pertemuan titik dengan batang.

Klik **Snap to Joint and Grid Points** pada toolbar. 

Klik **Down One Gridline** pada main toolbar untuk bergeser kebawah pada tampilan 3-dimensi dan tampilan 2-dimensi yang aktif. 



Gambar 3.4 Penambahan Nomor Titik dan Batang
Sumber : SAP2000

5. Pemberian spesifikasi material pada batang

Dari menu **Define - Materials** ini akan menampilkan kotak dialog **Define Material**. Di dalam kotak dialog :

Pilih jenis material yang akan digunakan seperti **CONC** (untuk Beton), **OTHER** (untuk jenis meterial lain), **STEEL** (untuk baja).

Klik **modify/Show Material**, jika ingin mengubah spesifikasi material yang digunakan.



Pemberian ukuran material pada batang.

Dari menu **Define - Frame Section...** ini akan menampilkan kotak dialog

Define Frame Section.

Di dalam kotak dialog :

Klik tombol **Import Drop - Down Box**, bila ingin menambahkan jenis material dari tempat lain ke SAP2000

Klik **Modify/Show Material**, bila ingin mengubah spesifikasi dari material yang digunakan.

6. Menentukan jenis pembebanan

Dari menu **Define - Static Load Cases...** ini akan menampilkan kotak dialog

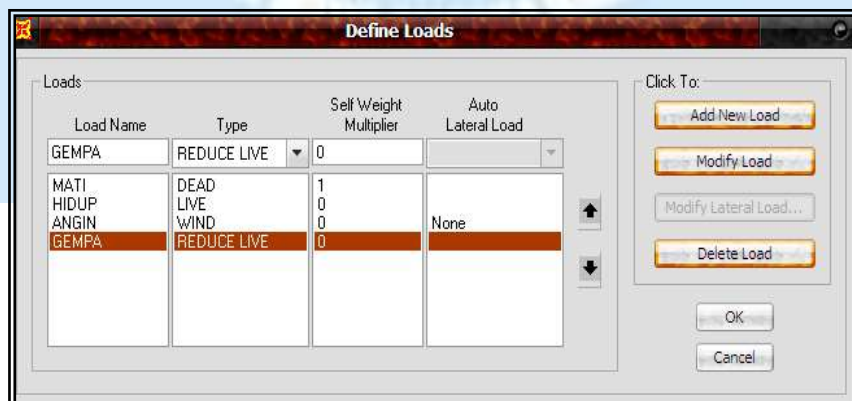
Define Static Load Cases Names. (lihat gambar 3.5)

Di dalam kotak dialog : klik di kotak **Load** bila ingin memasukkan karakter beban.

Klik di kotak **Type** bila ingin memasukkan jenis beban / type.

Klik di kotak **Self Weight Multiplier** untuk kode beban.

Klik tombol **Add New Load**, bila ingin menambahkan beban lain. Klik **OK**.



Gambar 3.5 Kotak Dialog Input Jenis Pembebanan
Sumber : SAP2000



7. Memasukkan beban pada joint / frame

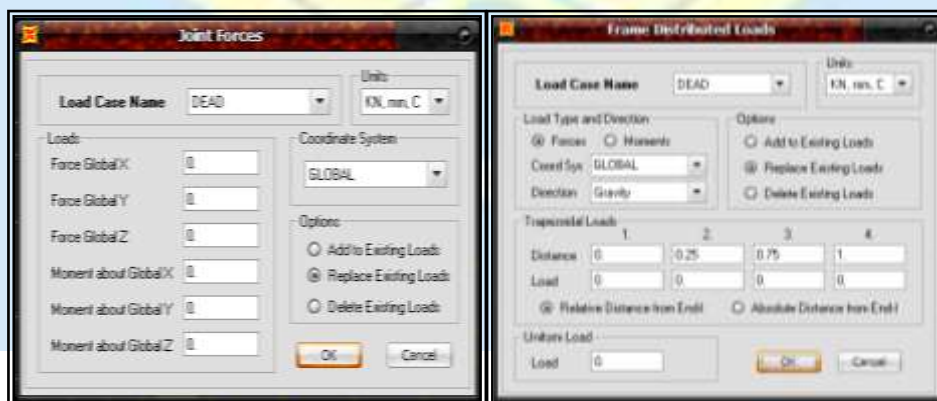
Pilih titik yang akan menerima beban. Dari menu **Assign - Joint Static Loads... - Forces...** dari sub menu, ini ditampilkan kotak dialog **Joint Forces**.

Di dalam kotak dialog : klik kotak jenis pembebanan yang dikehendaki.

Klik kotak nilai beban yang akan dianalisis sesuai dengan sumbu X, Y, Z pada tampilan window. Pilih batang yang akan menerima beban/gaya pada tampilan window. Dan menu **Assign - Frame Static Loads... - Point and Uniform...** dari sub menu ini akan menampilkan kotak dialog **Point and Uniform Span Loads**.

Di dalam kotak dialog :

Klik kotak nilai beban uniform load untuk beban merata pada batang yang akan dianalisis sesuai dengan sumbu yang dipilih pada **Load Type and Direction** pada tampilan window. Klik **OK**.



Gambar 3.6 Kotak Dialog Input Beban Pada Joint dan Frame
Sumber : SAP2000

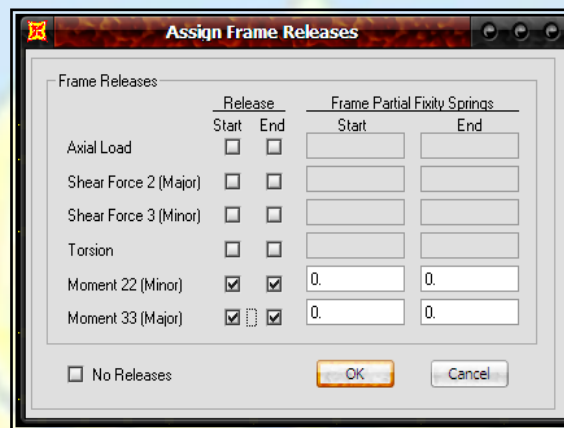


Melepas Momen pada titik simpul

Pilih seluruh element yang titik simpulnya akan dilepas momennya. Dari menu **Assign - frame - Releases...** dari sub menu ini ditampilkan kotak dialog **Frame Releases**.

Di dalam kotak dialog :

Isi tanda ✓ pada **start** dan **end** untuk gaya momen yang tidak diinginkan. Klik **OK**.



Gambar 3.7 Kotak Dialog Melepas Gaya pada Titik Simpul
Sumber : SAP2000

8. Memproses data-data SAP 2000

Sebelum melakukan pemrosesan data terlebih dahulu dilakukan pengesetan. Dari menu **Analyse - Set Option...** dan akan ditampilkan kotak dialog **Analysis Options**.

Di dalam kotak dialog :

Pilih pada Fast DOF's jenis derajat kebebasan dari struktur dengan cara klik gambar model struktur. Dan centang **Generate Output** dan pilih output yang diinginkan pada sub menu **Select output Option**. Klik **OK**.



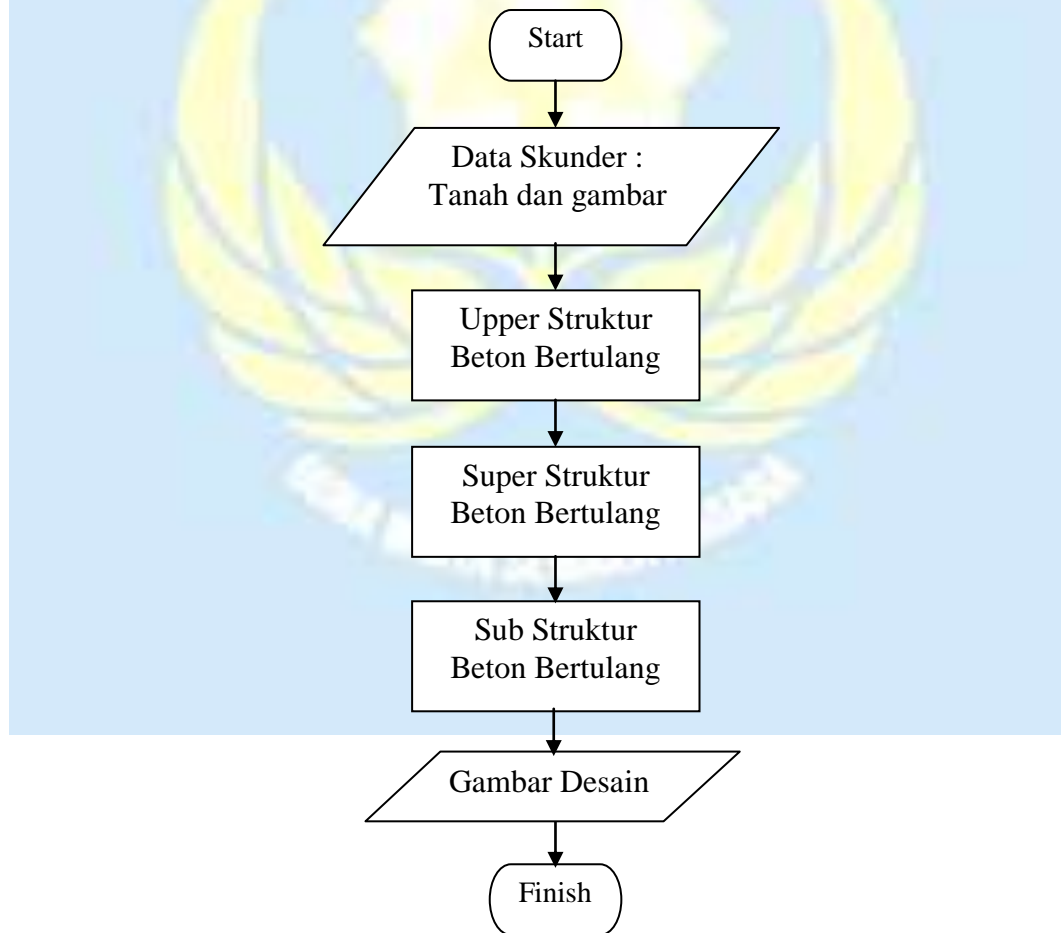
Pilih tampilan hasil analisis pada komponen : Axial Forces, Shear 2-2, Shear 3-3, Torsion, moment 2-2, Moment 3-3. Klik **OK**.

10. Menampilkan hasil analisis lewat window

Tampilkan dahulu hasil analisis ke window.

Dari window klik batang yang ingin ditampilkan nilai analisis dengan klik kanan pada mouse. Dengan geser kekiri-kekanan untuk mengetahui jarak dan beban.

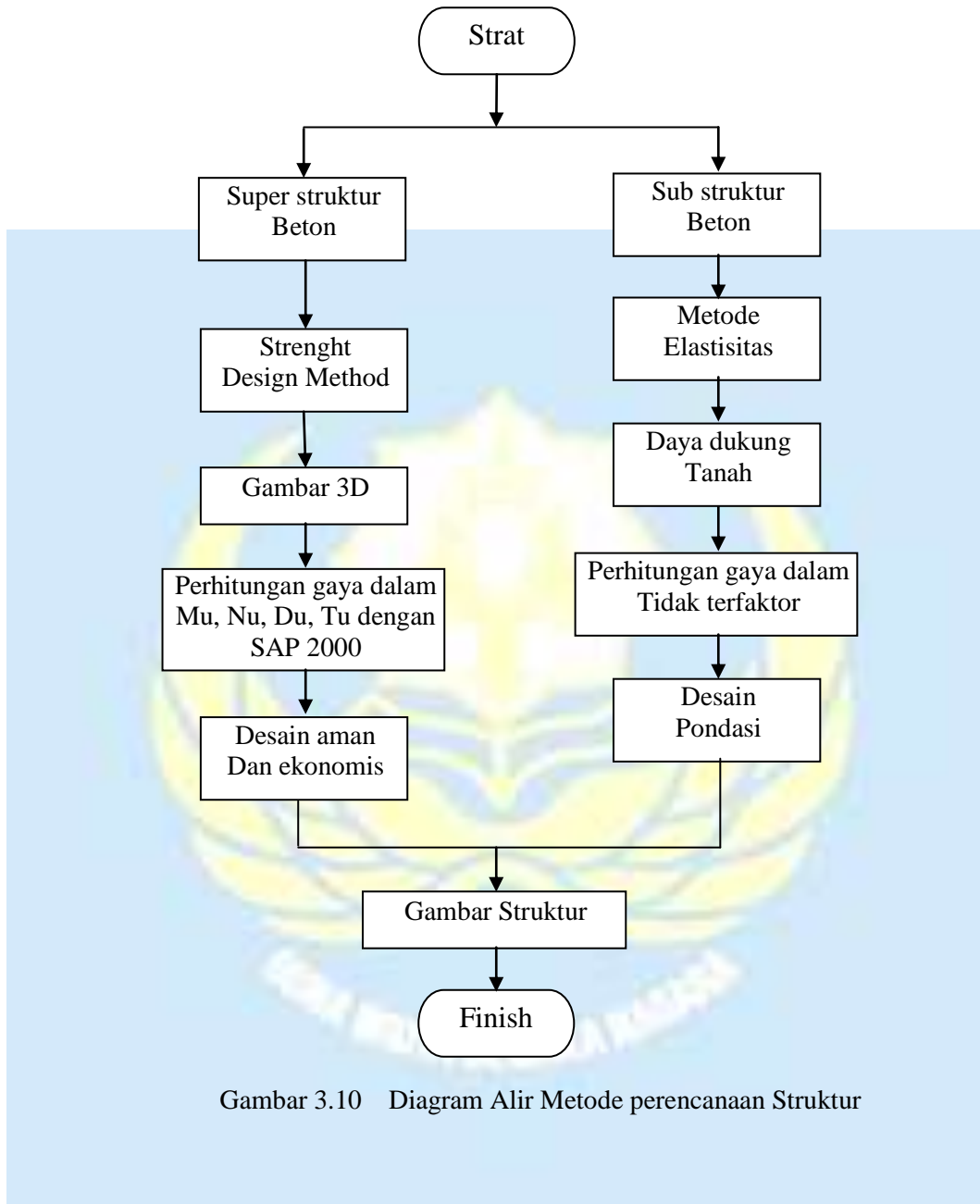
DIAGRAM ALIR METODE PERENCANAAN SECARA UMUM



Gambar 3.9 Diagram Alir Metode perencanaan Struktur Gedung Secara Umum



DIAGRAM ALIR METODE PERENCANAAN STRUKTUR



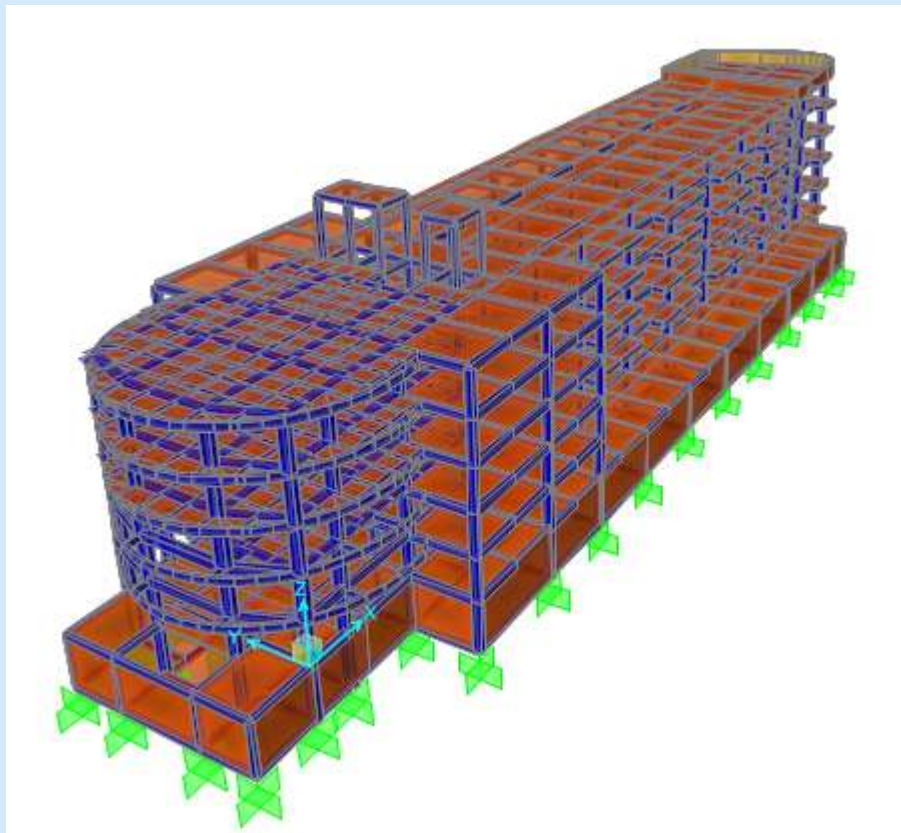
Gambar 3.10 Diagram Alir Metode perencanaan Struktur

3.3 Langkah-Langkah Perencanaan Konstruksi

3.3.1 Perencanaan Struktur Gedung

1. Input data gambar pada program SAP 2000 yang meliputi :

- a. Penggambar sistem struktur gedung meliputi balok, kolom, pelat, tangga, bordes, dan pondasi dengan SAP 2000. berdasarkan gambar rencana.



Gambar 3.11 Skematik Sietem Struktur Gedung The Nest Condotel.
Sumber : SAP 2000

- b. Mendefinisikan jenis dan bahan konstruksi gedung.

Upper struktur dan, *super struktur* dengan beton bertulang ($f'c = 25$ Mpa, tulangan polos $f_y = 240$ Mpa, tulangan deform $f_y = 320$ Mpa), dan *sub struktur* dengan rof pondasi



c. Peraturan yang digunakan meliputi :

1. Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung dengan SNI-03-2847-2002.
2. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 yang disesuaikan dengan SNI-03-1727-1989.
3. Tata cara perencanaan struktur baja SNI-03-1729-2002.
4. Tata cara perencanaan struktur kayu PPKI NI-5 1961 yang disesuaikan dengan SNI-03-1729-2002.
5. Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI-03-1726-2002.

2. Menentukan langkah perencanaan masing-masing elemen struktur gedung

Super Struktur :

Langkah perencanaan struktur pelat adalah :

- Menghitung panjang dan lebar bersih masing-masing pelat.
- Mengklasifikasikan jenis pelat berdasarkan karakteristik yang sama ($p \times l \times t$).
- Menentukan tebal minimum penutup beton (p) = 150 mm.
- Pembebanan pelat direncanakan terhadap pembebanan gravitasi yang terjadi dari beban mati dan beban hidup berdasarkan Peraturan

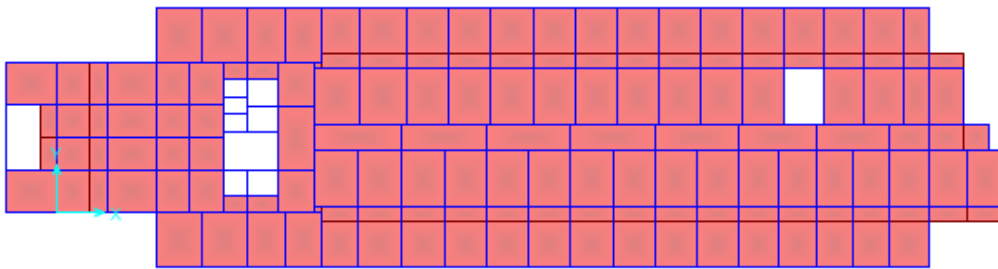
Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983 :

1. Beban mati berupa :

- Berat sendiri pelat (beton bertulang) = 2400 kg/m^3
- Plafond kalsiboard + penggantung = $7 + 11 = 18 \text{ kg/m}^2$



- Berat keramik dan spesi (3 cm) = $3 \times 24 = 72 \text{ kg/m}^2$
 - Utilitas/ME (maintenance equipment) = 25 kg/m^2
2. Beban hidup yang digunakan sesuai dengan fungsi bangunan.
 3. Hitung beban rencana berdasarkan $U = 1,2 D + 1,6 L$.

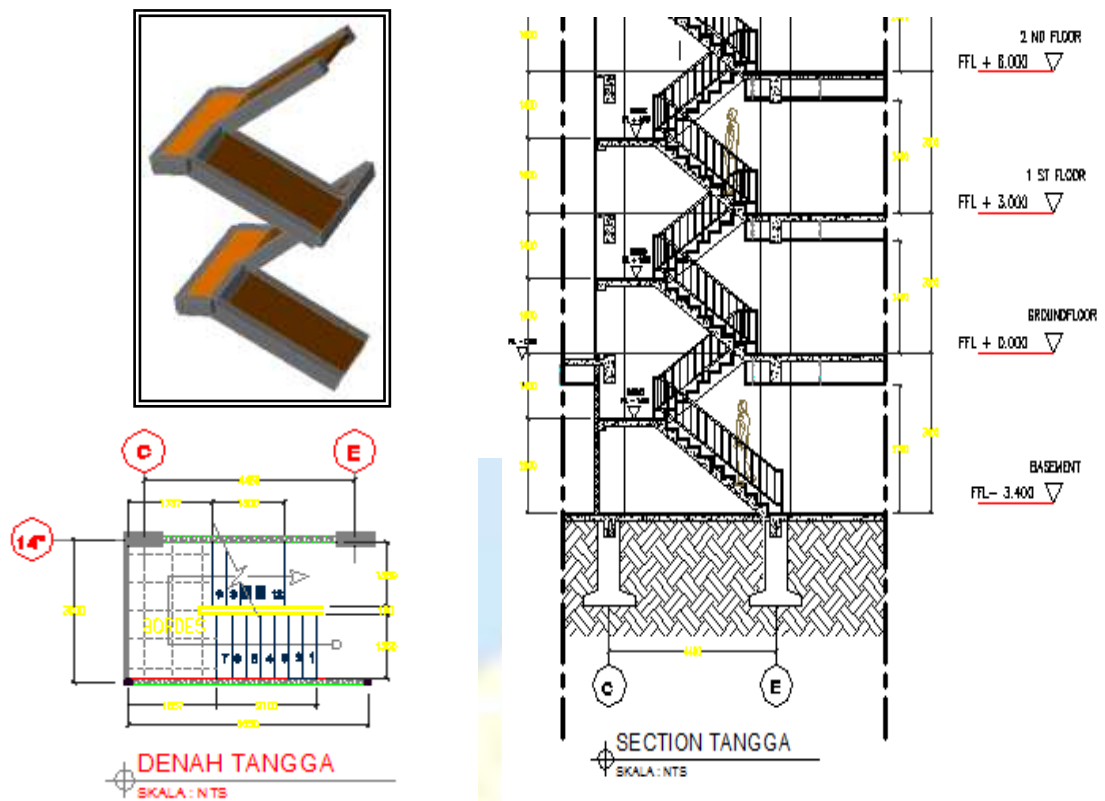


Gambar 3.12 Struktur Pelat lantai ground Gedung The Nest Condotel
Sumber : SAP 2000

Langkah perencanaan struktur tangga adalah :

- Menghitung tahanan dan injakan (t dan l).
- Dalam menghitung tahanan dan injakan ini, terlebih dahulu diketahui tinggi bangunan tiap-tiap tingkat.
- Menentukan sudut kemiringan dan tebal pelat tangga (lihat gambar rencana).
 - Pembebanan pada tangga direncanakan berdasarkan PPIUG 1983 :
 - Pembebanan anak tangga dan bordes :

Dengan perhitungan beban mati (berat sendiri tangga dihitung oleh SAP 2000) dan beban hidup (sebesar 300 kg/m^2 , untuk lantai sekolah, asrama, kantor, dan kopel).



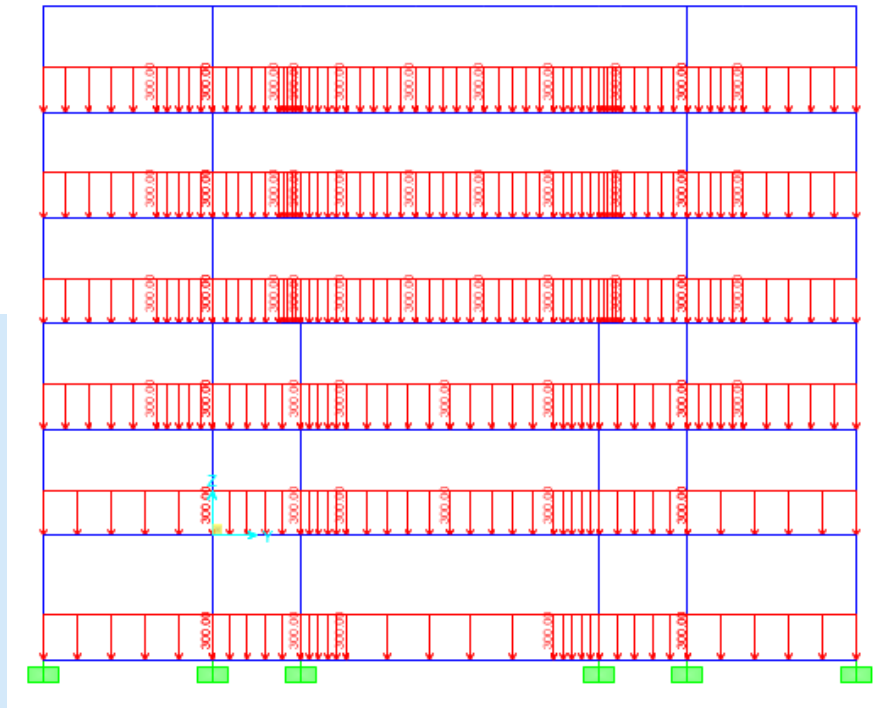
Gambar 3.13 Struktur Tangga Gedung The Nest Condotel
 Sumber : SAP 2000 dan Gambar Rencana

Langkah perencanaan struktur portal adalah :

- a. Perencanaan lentur balok
 1. menentukan dimensi elemen-elemen struktur yang akan menjadi acuan didalam menghitung pembebanan portal.
 2. perhitungan pembebanan pada portal diakibatkan oleh beban gravitasi dan beban horisontal.
 - Beban gravitasi terdiri dari beban mati dan beban hidup.
 - Beban horisontal adalah beban gempa.
 3. menghitung besarnya gaya-gaya yang terjadi pada portal dengan SAP2000.



4. perhitungan kekuatan lentur balok (momen nominal), tiap penampang diambil kombinasi momen untimit terbesar untuk menentukan dimensi dan tulangan balok lentur.
- b. Perencanaan tulangan geser balok
1. hitung kuat geser perlu (V_h) balok.
 2. gaya geser yang dipakaai didaerah sendi plastis adalah gaya geser sejauh d (tinggi efektif balok) dari muka kolom dan gaya geser di luar sendi plastis dipakai gaya geser pada $2h$ dari muka kolom.
 3. tentukan nilai V_u , d , dan V_u , $2h$.
 4. hitung penulangan geser balok, sehingga didapat dimensi dan jarak dari tulangan geser yang akan ditentukan.
- c. Perencanaan tulangan geser kolom
1. Perhitungan penulangan lentur kolom direncanakan dengan menggunakan interasi M-N, sehingga akan didapatkan dimensi dan jumlah tulangan lentur kolom.
 2. Hitung penulangan geser kolom, sehingga didapatkan dimensi dan jarak tulangan geser kolom.
 3. Hitung pertemuan kolom balok yang harus memenuhi persyaratan kuat geser horisontal dan kuat geser vertikal yang berhubungan dengan momen kapasitas.



Gambar 3.14 Pembebanan pada Portal Gedung Berupa Beban Merata
Sumber : SAP 2000

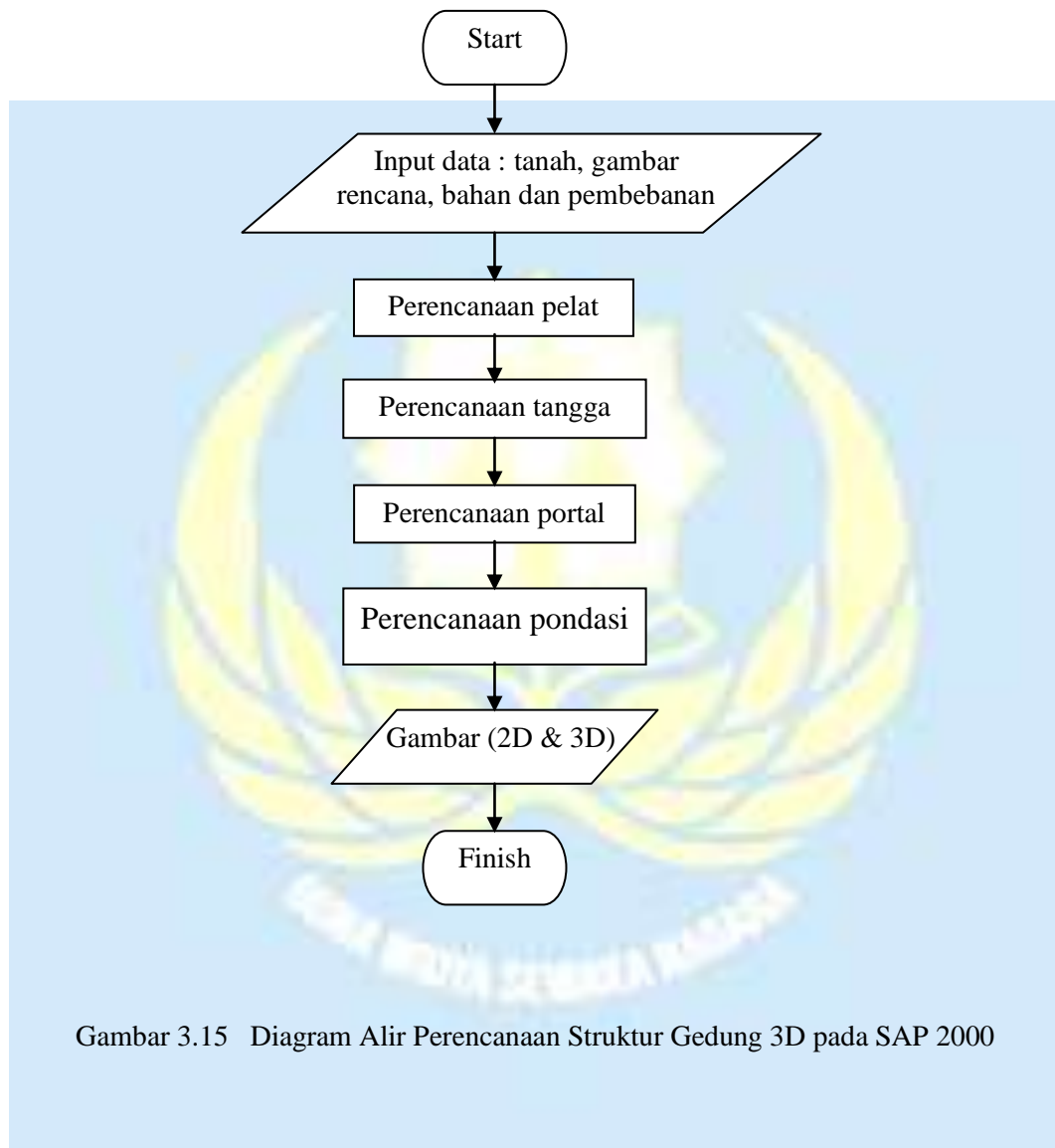
Sub Struktur :

Langkah perencanaan struktur pondasi adalah :

- Menentukan dimensi elemen-elemen struktur yang akan menjadi acuan didalam menghitung pembebanan pondasi. Digunakan dimensi sesuai dengan gambar rencana.
- Perhitungan pembebanan pada pondasi terdiri dari :
 - Semua beban (beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin) yang dipikul oleh pondasi (*joint reaction*) tanpa adanya kombinasi pembebanan sehingga untuk pondasi, kombinasinya menjadi $D + L + BS$.



3. Analisis gaya-gaya dalam menggunakan program SAP 2000
4. Hitung masing-masing elemen konstruksi (atap, portal, tangga, pelat, pondasi)



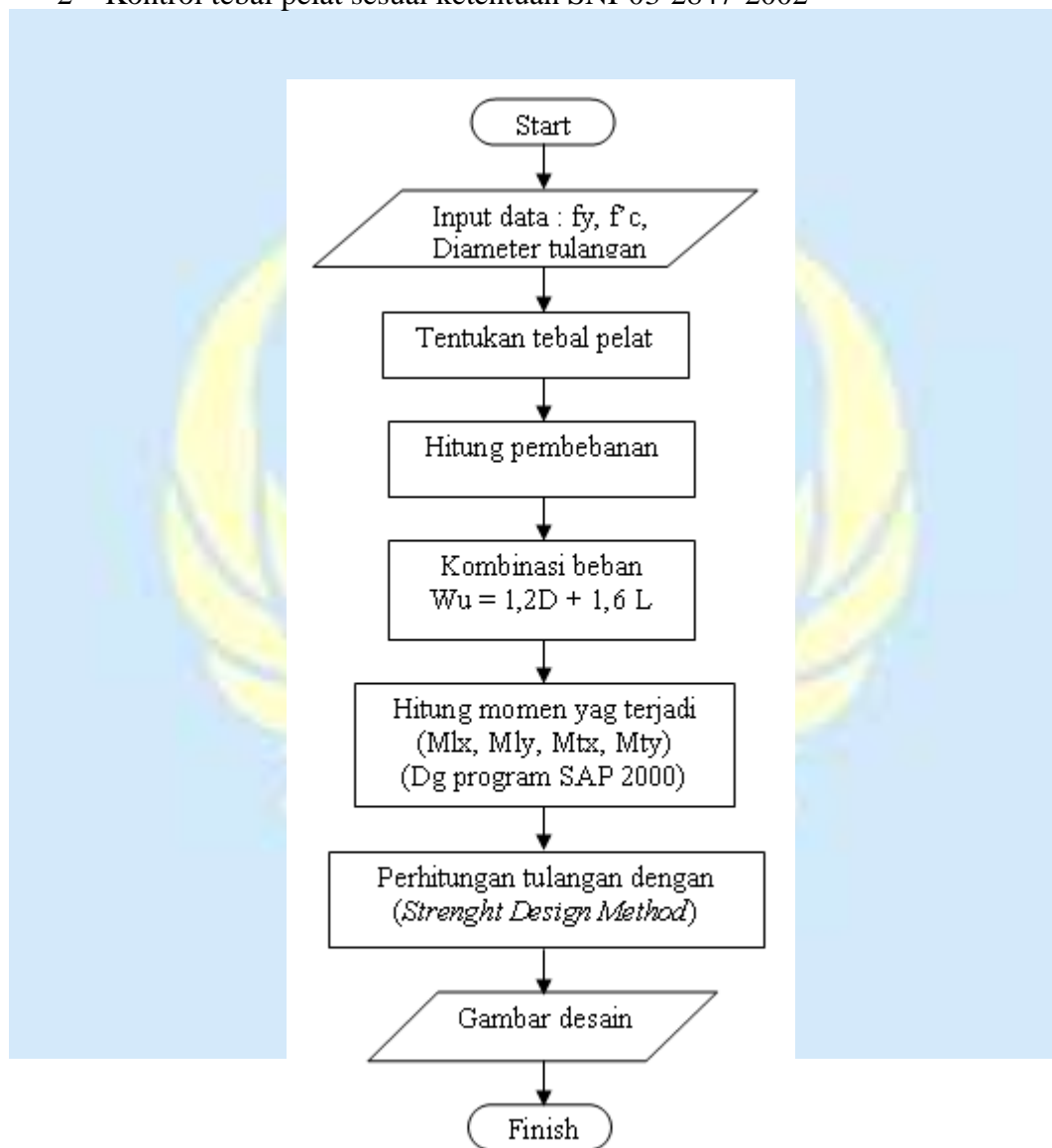
Gambar 3.15 Diagram Alir Perencanaan Struktur Gedung 3D pada SAP 2000



3.3.2 Perhitungan Elemen Struktur

3.3.2.1 Perhitungan Pelat

- 1 Penulangan pelat beton akibat pembebanan gravitasi dihitung dengan menggunakan metode perencanaan kekuatan (*Strength Design Method*).
- 2 Kontrol tebal pelat sesuai ketentuan SNI-03-2847-2002

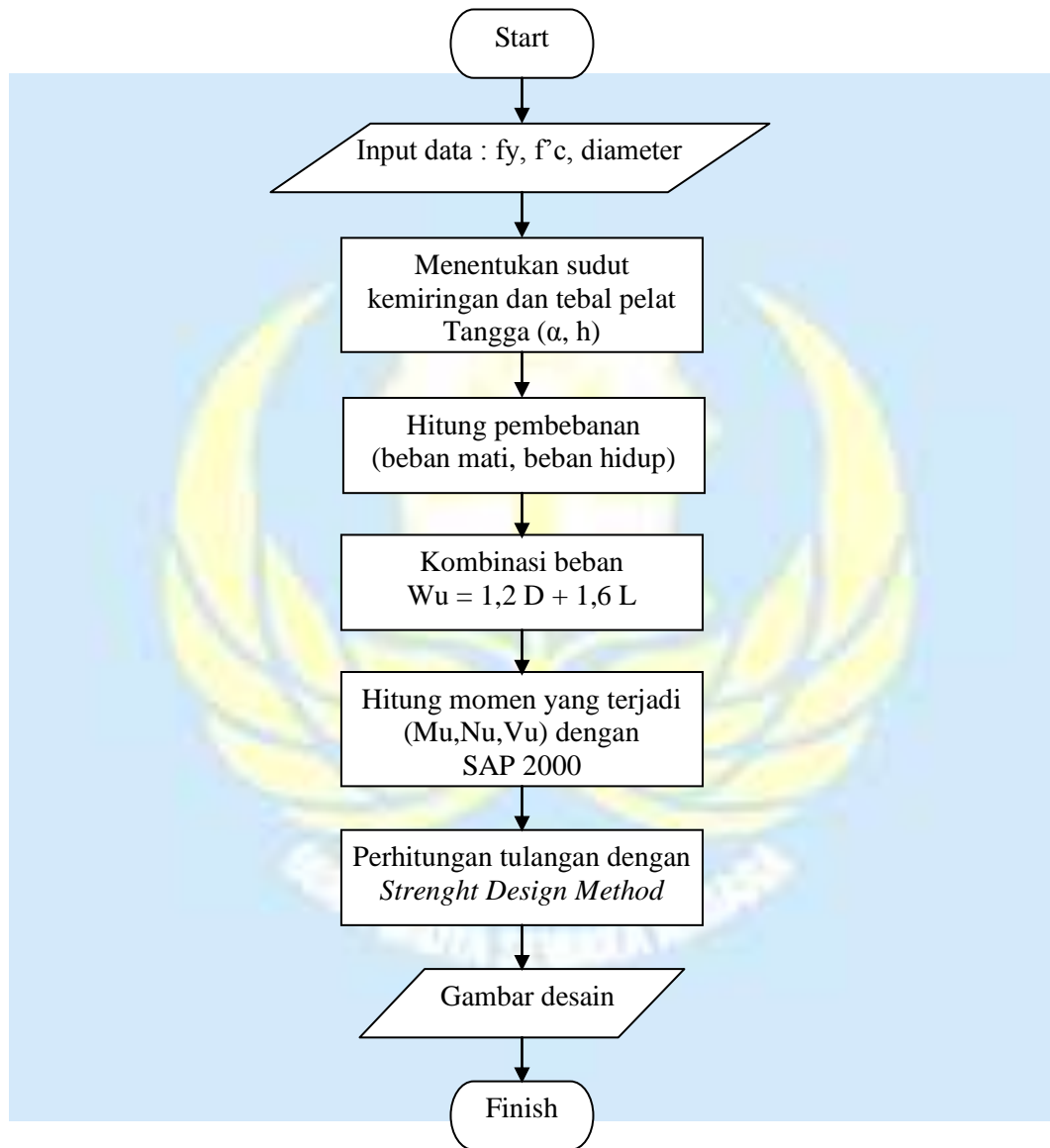


Gambar 3.16 Diagram Alir Metode Perhitungan Pelat

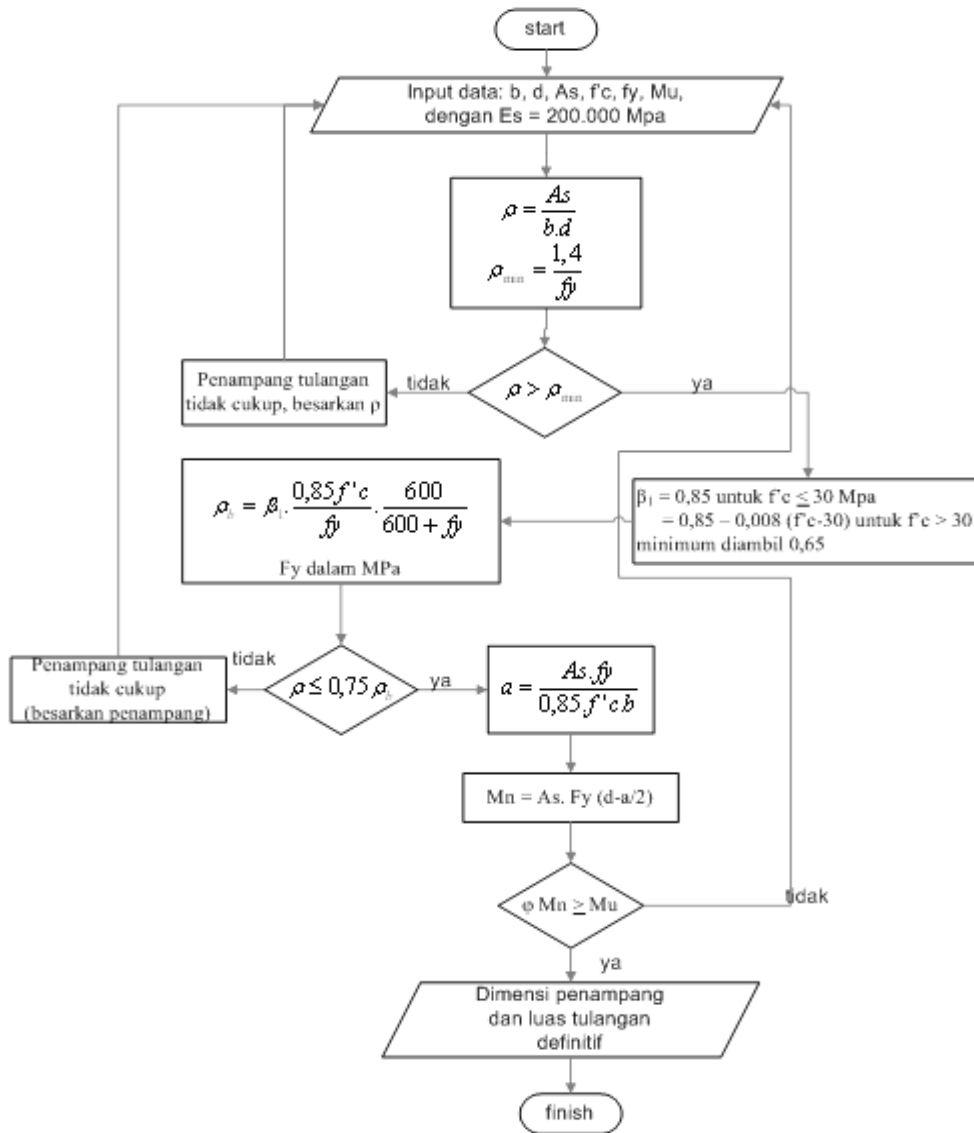


3.3.2.2 Perhitungan Tangga

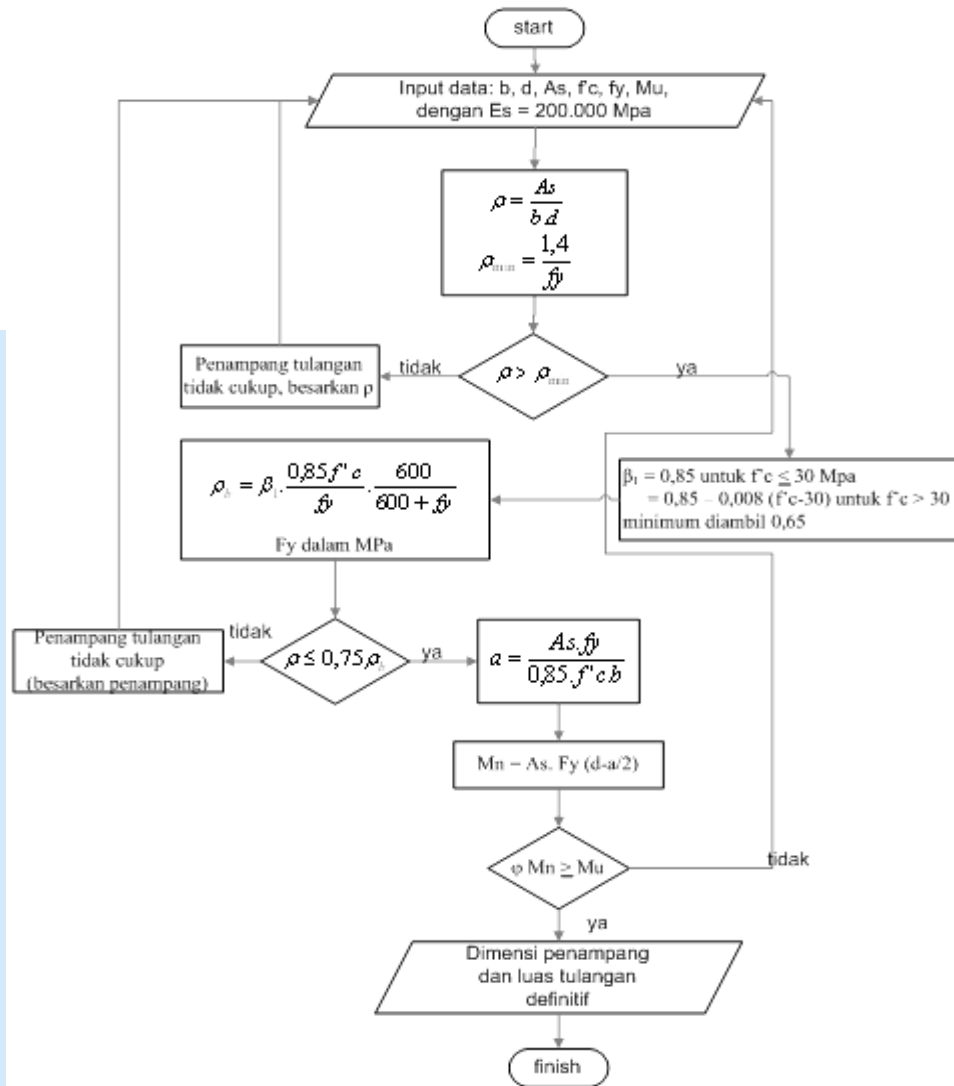
1. Penulangan tangga di hitung dengan menggunakan metode perencanaan kekuatan (*Strength Design Method*).



Gambar 3.17 Diagram Alir Metode Perhitungan Tangga



Gambar 3.18 Diagram Alir Untuk Analisis Lentur Pelat Tangga Bertulang Rangkap



Gambar 3.19 Diagram Alir Untuk Analisis Lentur Pelat Bertulang Rangkap

3.3.2.3 Perhitungan Portal

a. Langkah-langkah perhitungan :

1. Perhitungan penulangan lentur dan normal balok.

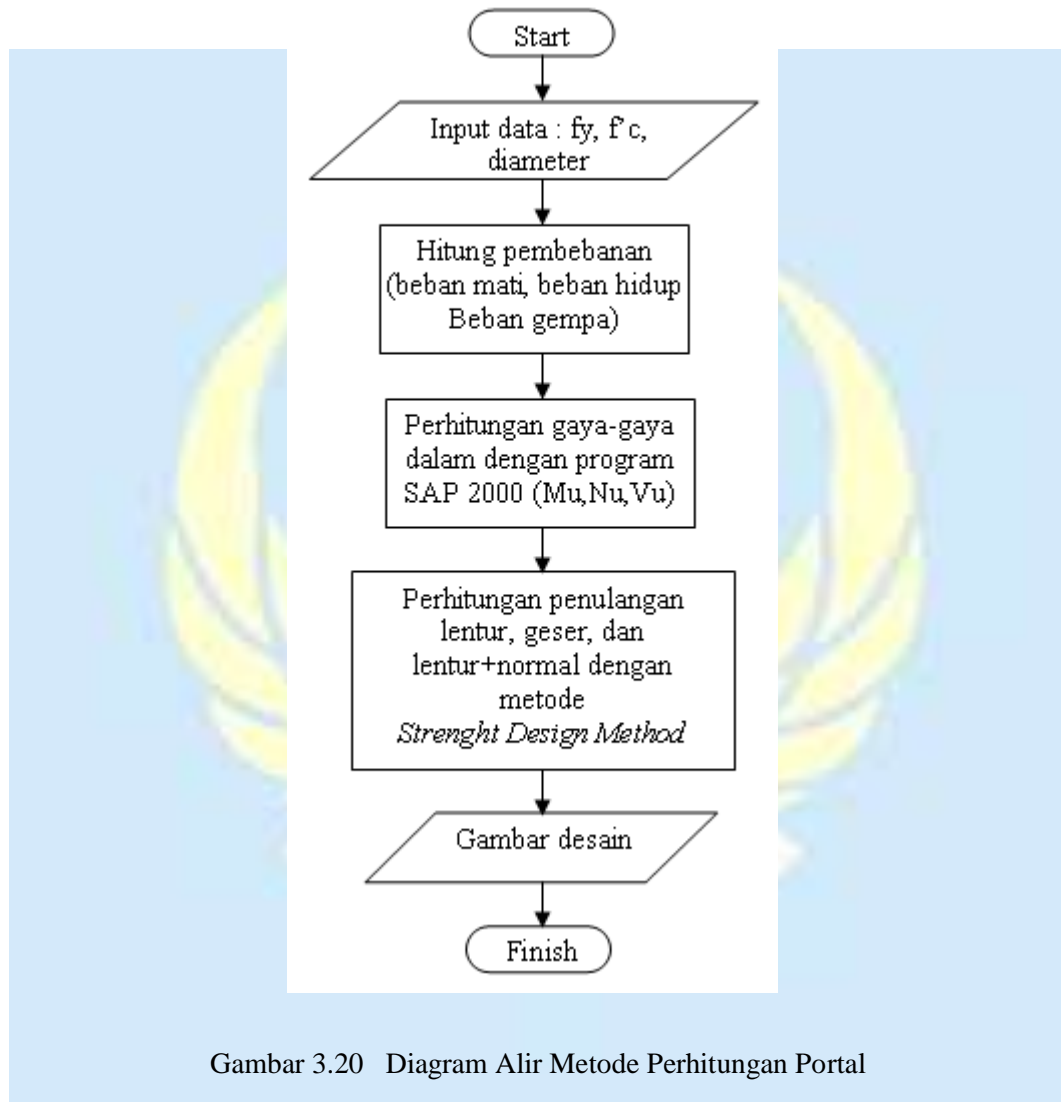
- Menentukan dimensi elemen-elemen struktur yang akan menjadi acuan didalam menghitung pembebanan portal.
- Perhitungan pembebanan pada portal yang diakibatkan oleh beban gravitasi dan beban horisontal.



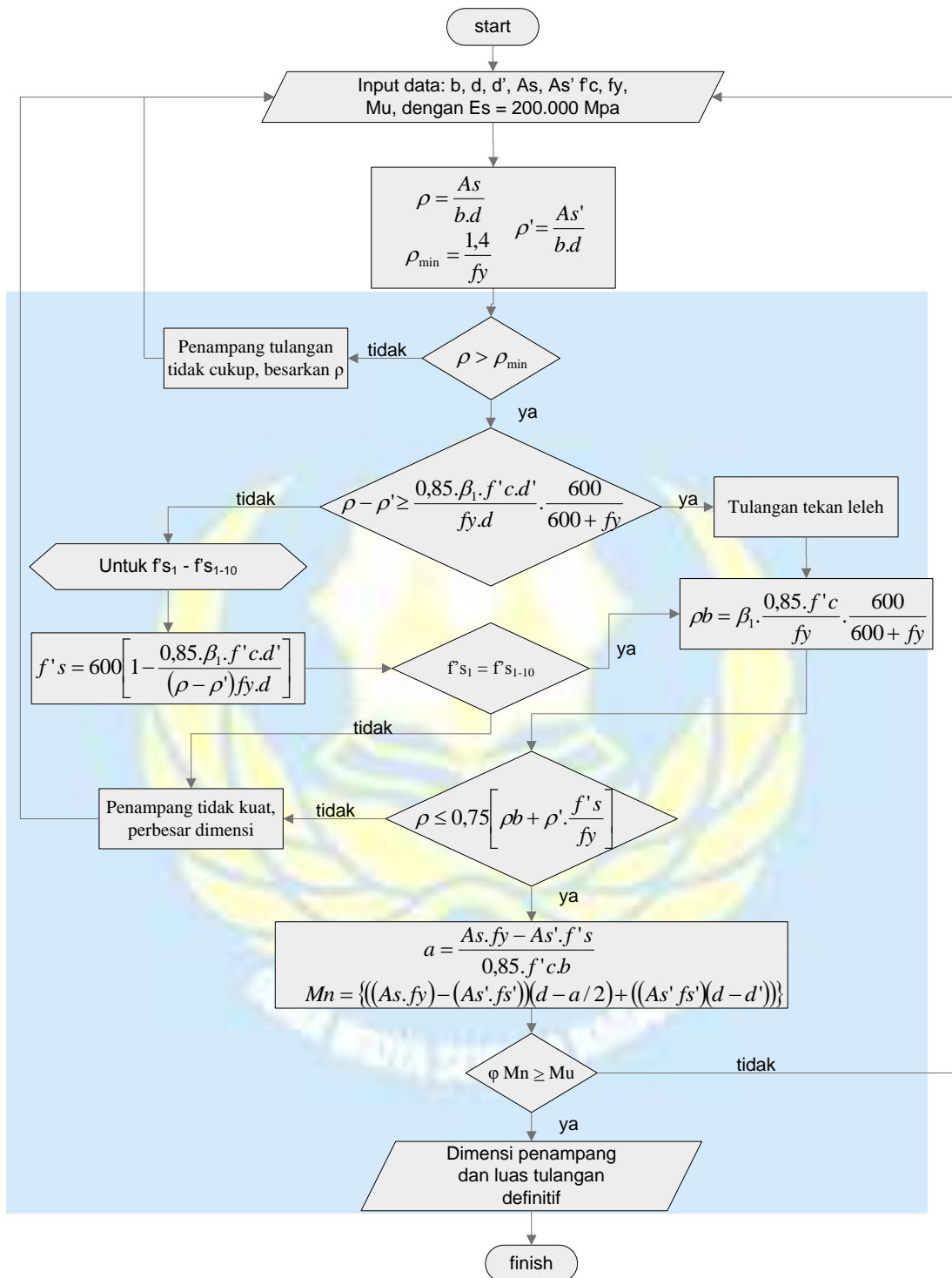
- * Beban gravitasi terdiri dari beban mati dan beban hidup.
 - * Beban horisontal adalah beban gempa.
 - Menghitung besarnya gaya-gaya yang terjadi pada portal dengan SAP2000.
 - Perhitungan kekuatan lentur balok (momen nominal), tiap penampang diambil kombinasi momen ultimate terbesar yang menentukan dimensi dan tulangan balok lentur.
2. Perhitungan penulangan geser balok.
- Hitung kuat geser perlu (V_h) balok
 - Gaya geser yang dipakai di daerah sendi plastis adalah gaya geser sejauh d (tinggi efektif balok) dari muka kolom dan gaya geser diluar sendi plastis dipakai gaya geser pada $2h$ dari muka kolom.
 - Tentukan nilai V_u , d dan V_u , $2h$.
 - Hitung penulangan geser balok, sehingga didapat dimensi dan jarak dari tulangan geser yang akan digunakan.
3. Perhitungan penulangan kolom.
- Perhitungan penulangan lentur kolom direncanakan dengan menggunakan interaksi M-N, sehingga akan didapatkan dimensi dan jumlah tulangan lentur kolom.
 - Hitung penulangan geser kolom, sehingga didapatkan dimensi dan jarak tulangan geser kolom.



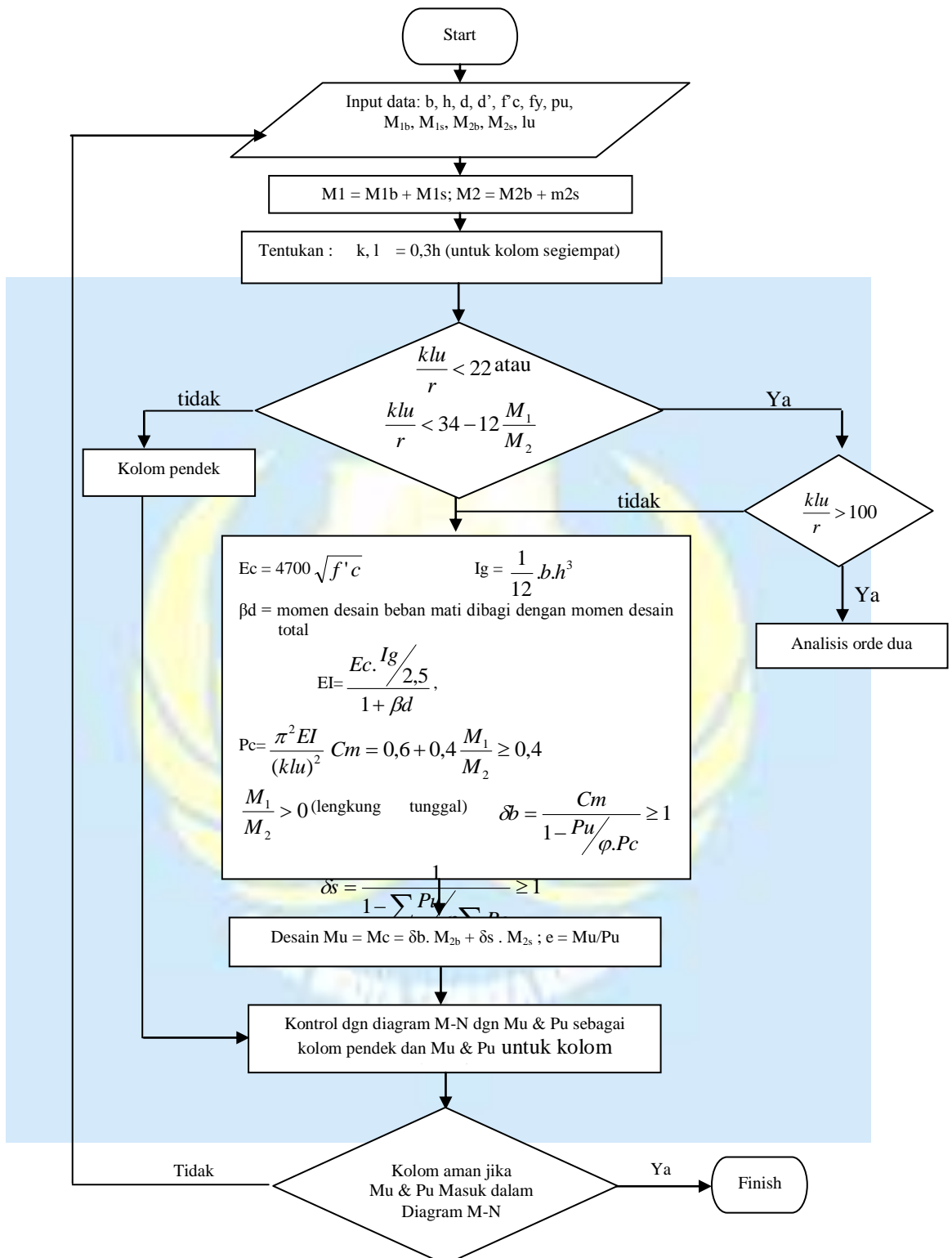
- Hitung pertemuan kolom balok yang harus memenuhi persyaratan kuat geser horisontal dan kuat geser vertikal yang berhubungan dengan momen kapasitas.



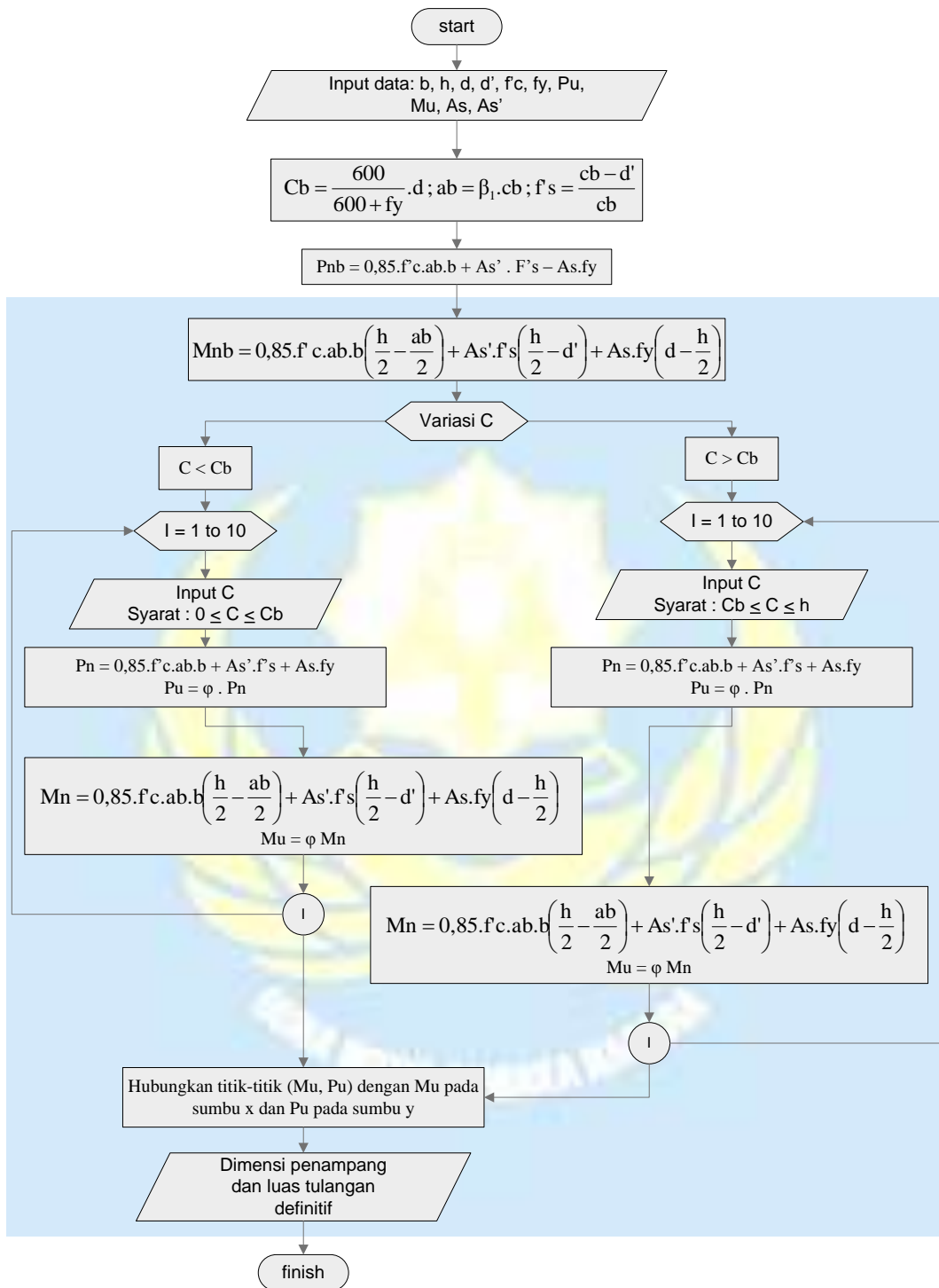
Gambar 3.20 Diagram Alir Metode Perhitungan Portal



Gambar 3.21 Diagram Alir untuk Analisis Balok Segi Empat Bertulang Rangkap



Gambar 3.22 Diagram Alir untuk Desain Kolom Lingsing atau Kolom Pendek



Gambar 3.23 Diagram Alir untuk Diagram Interaksi M-N.

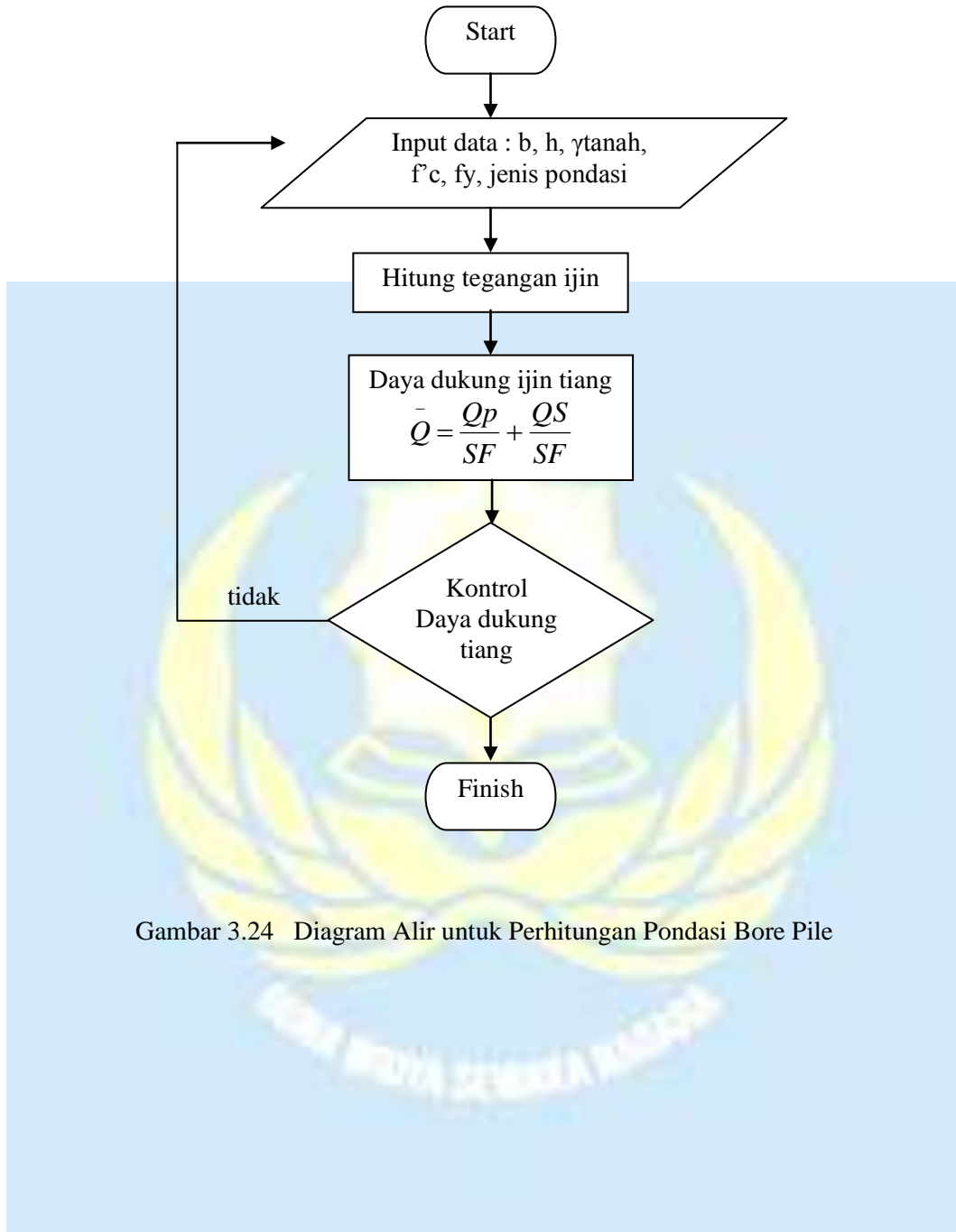


3.3.2.4 Perhitungan Pondasi

Adapun langkah-langkah dalam perhitungan pondasi adalah sebagai berikut :

1. Tentukan data-data tanah, data bahan yang akan digunakan dalam perencanaan pondasi.
2. Tentukan jenis pondasi yang akan dipergunakan.
3. Tentukan gaya-gaya dalam struktur bagian atas yang akan diteruskan oleh pondasi ke lapisan tanah keras.
4. Hitung momen maksimum dan gaya geser maksimum.
5. Hitung penulangan lentur dan penulangan geser tiang Bore Pile.
6. Tiang pondasi dihitung berdasarkan metode yang telah dijelaskan pada Bab II.

Untuk lebih jelasnya langkah-langkah perhitungan pondasi dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.



Gambar 3.24 Diagram Alir untuk Perhitungan Pondasi Bore Pile