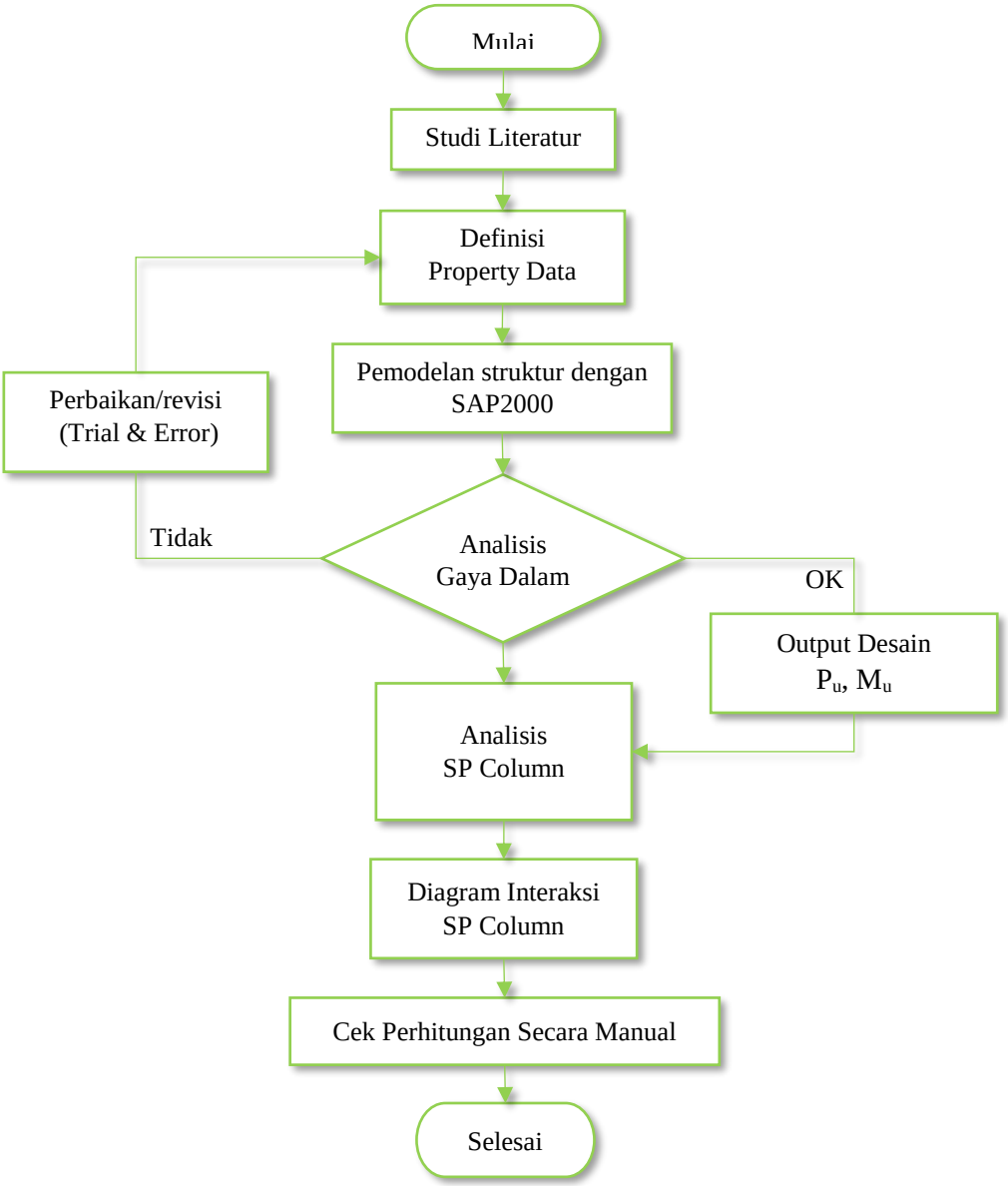
BAB III
METODE ANALISIS

3.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan tahapan-tahapan metode penelitian dalam menghitung kapasitas penampang kolom menggunakan program bantu SAP2000 v18.2.0 dan program *SP Column v4.81*, yang selanjutnya hasil (*output*) dari program tersebut akan dicek secara teoritis menggunakan metoda perhitungan secara manual yang mengacu pada SNI 03–2847–2002. Berikut diagram alir *(flow chart)* urutan-urutan langkah yang diperlukan:



Gambar 3-1 Bagan Alur Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dimaksudkan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat, yang dilandasi oleh parameter-parameter yang berkaitan dengan pokok pembahasan. Pada tahapan ini dimulai dengan pengumpulan referensi mengenai kelebihan dan kekurangan beton, perencanaan struktur beton bertulang mengacu pada SNI beton bertulang, serta meninjau perilaku struktur elemen kolom jika diberi beban, *property* penampang menggunakan program rekayasa struktur SAP2000 serta mengetahui kapasitas kekuatan kolom akibat beban yang bekerja menggunakan program rekayasa struktur *SP Column*.

3.3 Definisi Property Data

Dalam proses analisis desain, dilakukan pada program SAP2000. Hal-hal yang perlu dilakukan adalah definisi *property* data. Artinya, data-data mengenai spesifikasi bangunan seperti mutu material, dimensi penampang elemen struktur, pola pembebanan, kombinasi pembebanan, dirumuskan terlebih dahulu pada menu ***Define*** dalam tools program SAP2000.

3.4 Pemodelan Struktur

Pada dasarnya, tujuan utama dimodelkannya struktur elemen ini adalah untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya dalam yang diterima setiap komponen struktur. Pada penelitian ini, analisa dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 (*Structural Analysis Program 2000*). Dimana struktur utama merupakan sistem rangka terbuka dan dimodelkan sebgai 3D-*space frame* (portal ruang).

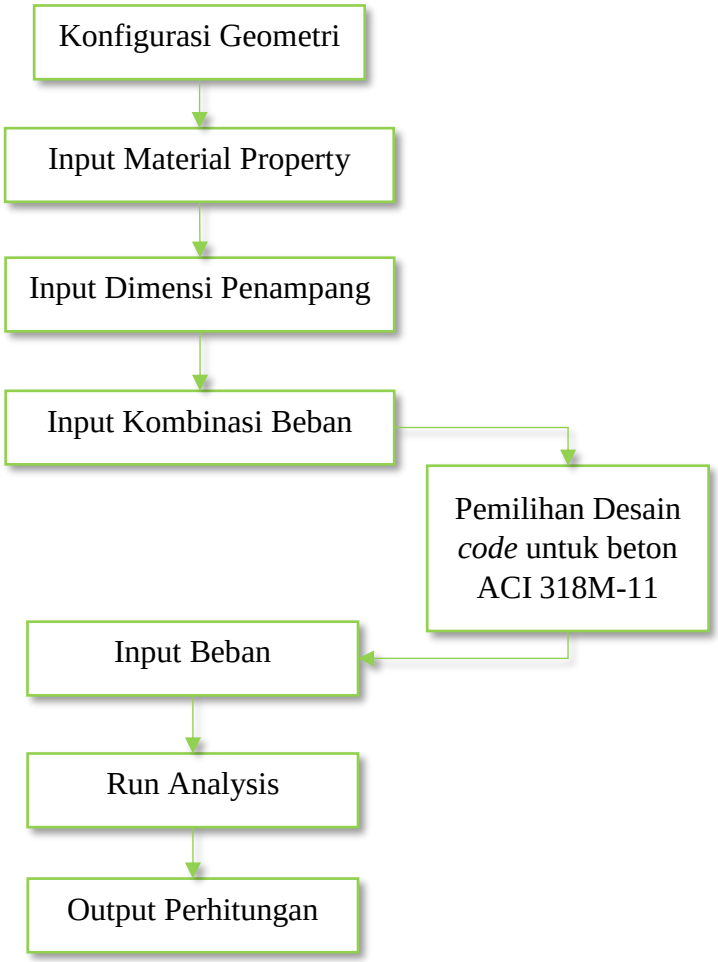
Dalam pengaplikasiannya guna mendapatkan kapasitas kekuatan struktur elemen kolom yang ditinjau ketika dibebani secara biaksial, maka struktur elemen kolom akan dimodelkan ke dalam bentuk bangunan rumah tinggal sederhana.

3.5 Analisis Gaya Dalam

Dalam proses ini, untuk menganalisa sebuah gaya dalam, perlu dilakukan terlebih dahulu yang namanya perhitungan. Selain perhitungan dengan metode manual, perhitungan juga dilakukan dengan mempergunakan SAP2000. Perhitungan menggunakan *software* dilakukan untuk memperoleh kekuatan maksimum dari struktur elemen kolom dan dapat menghindari keborosan dalam konstruksi dilapangan. Tidak hanya ketepatan, kecepatan perhitungan juga sangat diperlukan

untuk dapat mengurangi waktu yang terbuang akibat proses perhitungan yang terlalu lama. Sedangkan perhitungan manual dilakukan saat melakukan perincian pembebanan yang akan diinputkan pada program SAP2000. Hal ini dikarenakan, SAP2000 tidak mampu menghitung *selfweight multiplier* (berat sendiri struktur) dari material yang tidak ada pada menu *property data.*

Untuk mempermudah dalam proses perhitungan, berikut adalah bagan alur perhitungan menggunakan program SAP2000 v18.2.0:



Gambar 3-2 Bagan Alur Perhitungan SAP2000

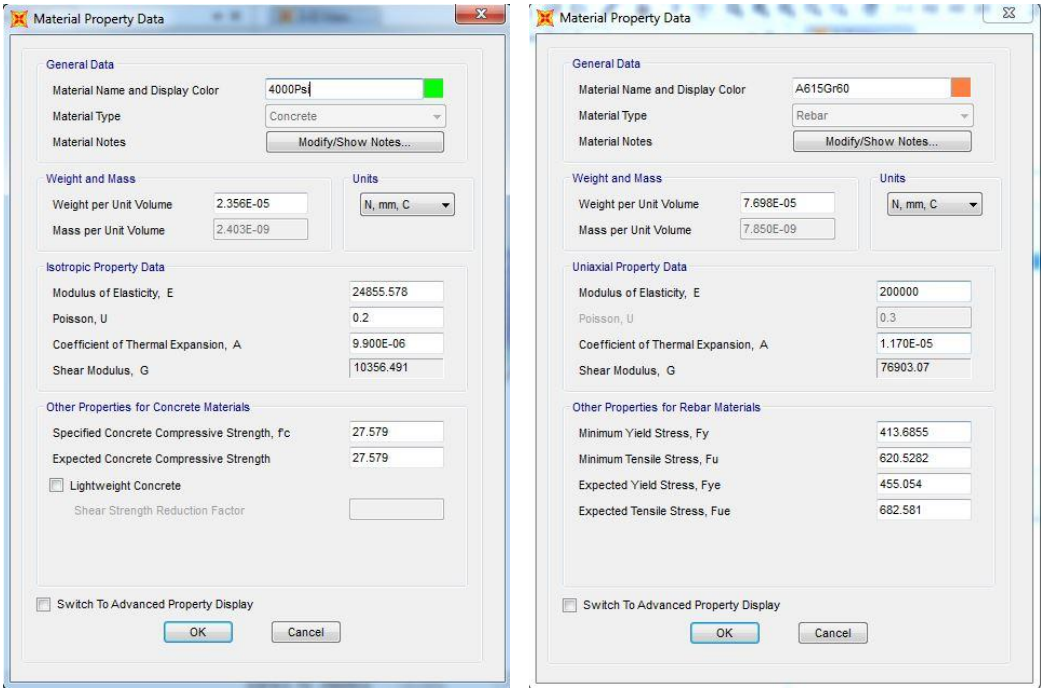
3.5.1 Konfigurasi Geometri

Konfigurasi geometri merupakan proses pertama yang harus dilakukan didalam perhitungan menggunakan software SAP2000, dalam tahapan ini struktur yang akan dianalisis, dimodelkan kedalam bentuk pemodelan yang paling mendekati.

3.5.2 Input Property Penampang

Input property material merupakan tahapan yang dilakukan dimana property material beton bertulang yang akan dihitung, di input kedalam program SAP2000 data ini diperoleh berdasarkan *code* peraturan yang berlaku di Indonesia. Proses *input property* diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

- Modulus Elatisitas beton (E_c) bedasarkan pasal (2.2.4):
  - $4700 \times \sqrt{fc'}$
- Modulus Elatisitas baja tulangan (E_s) bedasarkan pasal (2.3.3):
  - $200000\ MPa$
- Berat jenis beton *(Weight per Unit Volume)* berdasarkan pasal (2.7):
  - $Berat\ jenis\ Beton\ Bertulang$: 2.400 $^{kg}/_{m^3}$
- Berat jenis baja tulangan *(Weight per Unit Volume)* berdasarkan pasal (2.7):
  - $Berat\ jenis\ Baja\ Tulangan$: 7850 $^{kg}/_{m^3}$
- *Poisson Concrete* → 0,2
- *Poisson Rebar* → 0,3

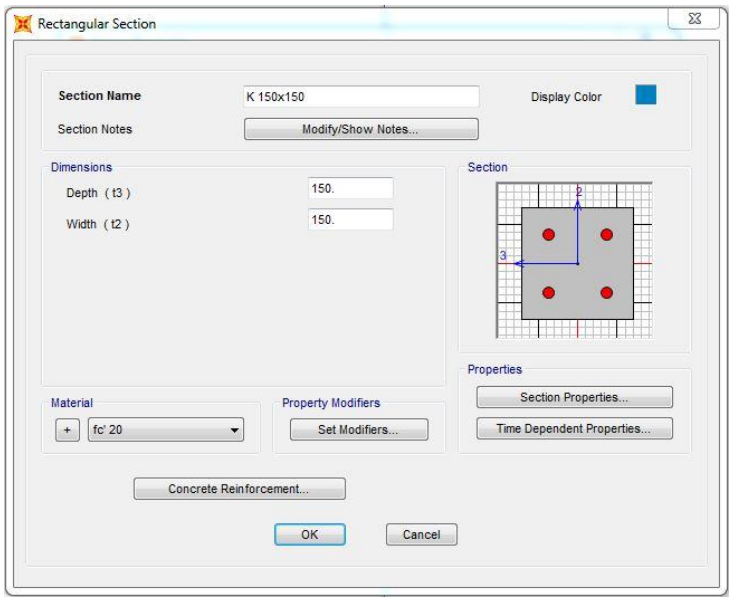


Gambar 3-3 Input Properti Penampang

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0

3.5.3 Input Dimensi Penampang

Pada tahapan ini dilakukan proses input ukuran dari elemen yang akan kita rencanakan untuk dipergunakan. Data ukuran dari penampang kolom, balok dan pelat didapat dari spesifikasi bangunan rumah 2 lantai yang akan dimodelkan pada bahasan sebelunya. Proses input dimensi penampang diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

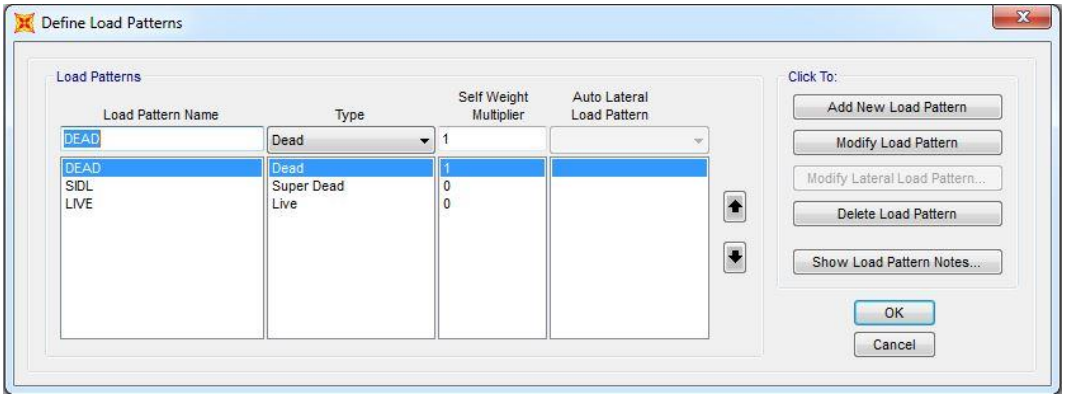


Gambar 3-4 Input Dimensi Penampang

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0

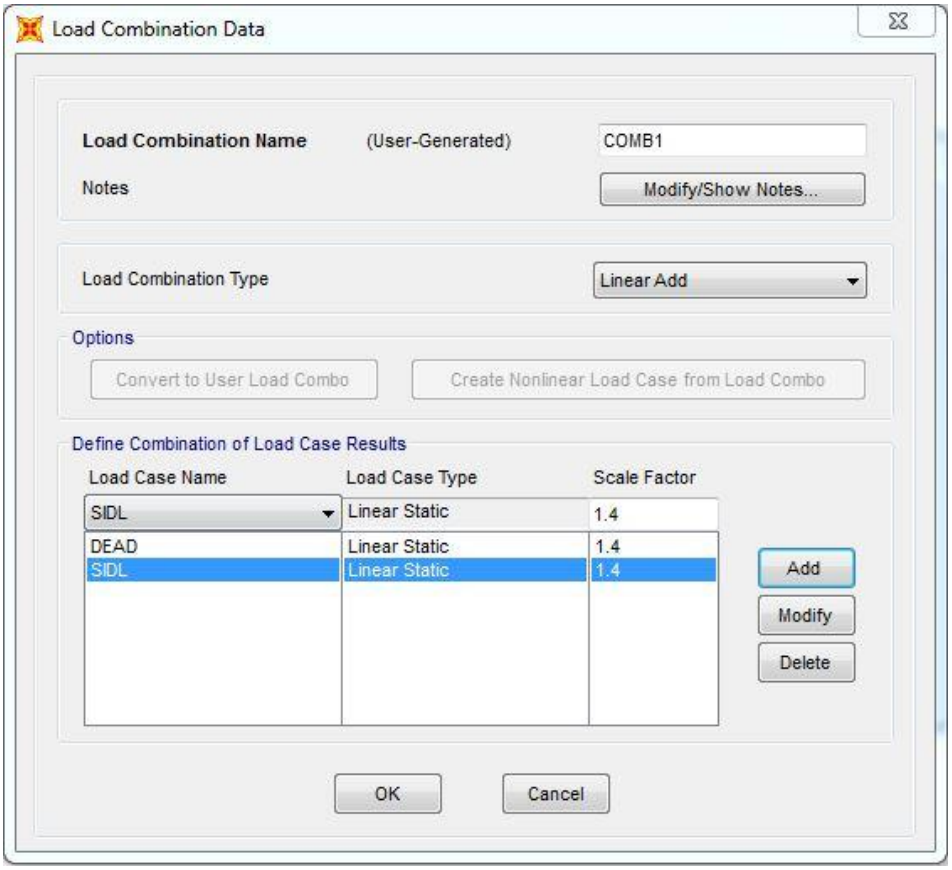
3.5.4 Input Kombinasi Beban

Pada tahapan ini, akan dibuat input distribusi pembebanan sesuai beban yang bekerja pada elemen struktur seperti beban mati (DL) atau berat sendiri struktur bangunan, beban hidup (LL), dan beban mati tambahan (SIDL) seperti dinding, penutup lantai dll pada menu ***Define – Load Patterns***. Selanjutnya, beban yang bekerja pada elemen struktur tersebut akan dikalikan dengan angka kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 03-2847-2002 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung pada menu ***Define – Load Combinations.***



Gambar 3-5 Distribusi Pembebanan

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0



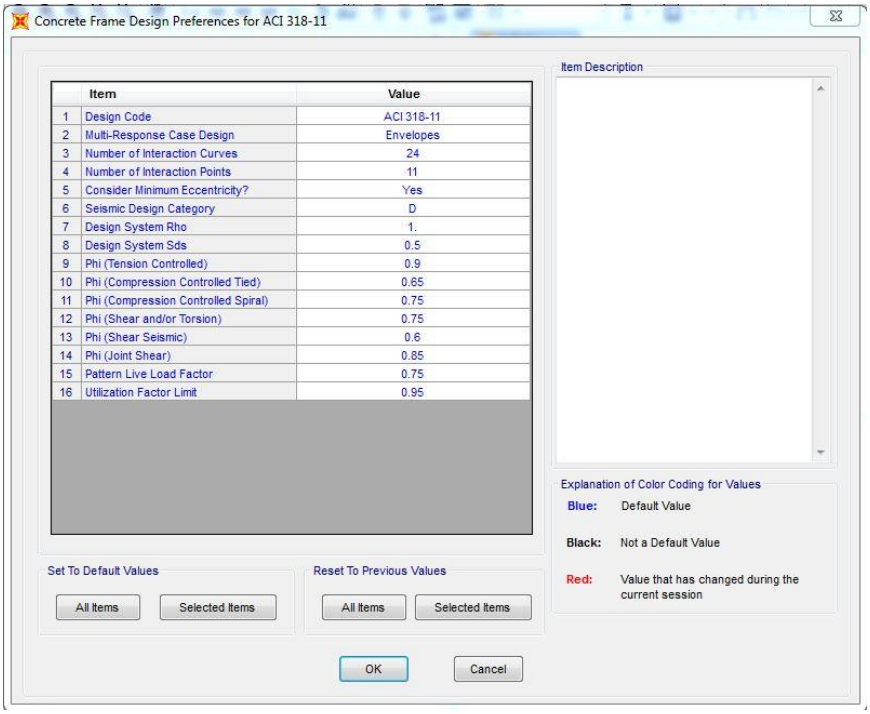
Gambar 3-6 Kombinasi Pembebanan

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0

3.5.5 Pemilihan Penggunaan Peraturan Beton (ACI 318-11)

Pada tahapan ini dilakukan untuk menentukan landasan peraturan perhitungan yang dipergunakan, *Building Code Requirements for Structural Concrete* atau (ACI 318-11) merupakan standar peraturan yang dipilih untuk mendasari perhitungan beton.

Pemilihan ACI sebagai landasan perhitungan diperlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3-7 Standar Perhitungan

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0

3.5.6 Input Beban

Ini merupakan tahapan pembebanan terhadap pemodelan struktur yang telah dilakukan pada proses sebelumnya. Perhitungan pembebanan disesuaikan dengan beban apa saja yang dipikul oleh struktur yang akan kita tinjau. Kombinasi pembebanan disesuaikan dengan peraturan yang berlaku. Merujuk pada standar *code* yang dipakai paada penulisan tugas akhir ini. Dalam proses ini, harus menghitung rinician pembebanan secara manual sesuai dimensi beban yang dipikul oleh elemen struktur.

Karen struktur yang akan dimodelkan hanya pada struktur elemen balok, plat lanai dan dinding saja, maka pembebanan yang harus dirincikan akibat berat sendiri (q) hanya elemen tersebut saja. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Plat\ Lantai = b \times {}^{1}/_{2}\, h \times p \times bj_{bt}$$

$$Balok = b \times h \times p \times bj_{bt}$$

$$Dinding = bj_{d} \times t$$

Dimana:

b = Lebar penampang balok.

h = Tinggi penampang balok.

p = Panjang balok.

bj_{bt} = Berat jenis beton bertulang.

bj_{d} = Berat jenis dinding.

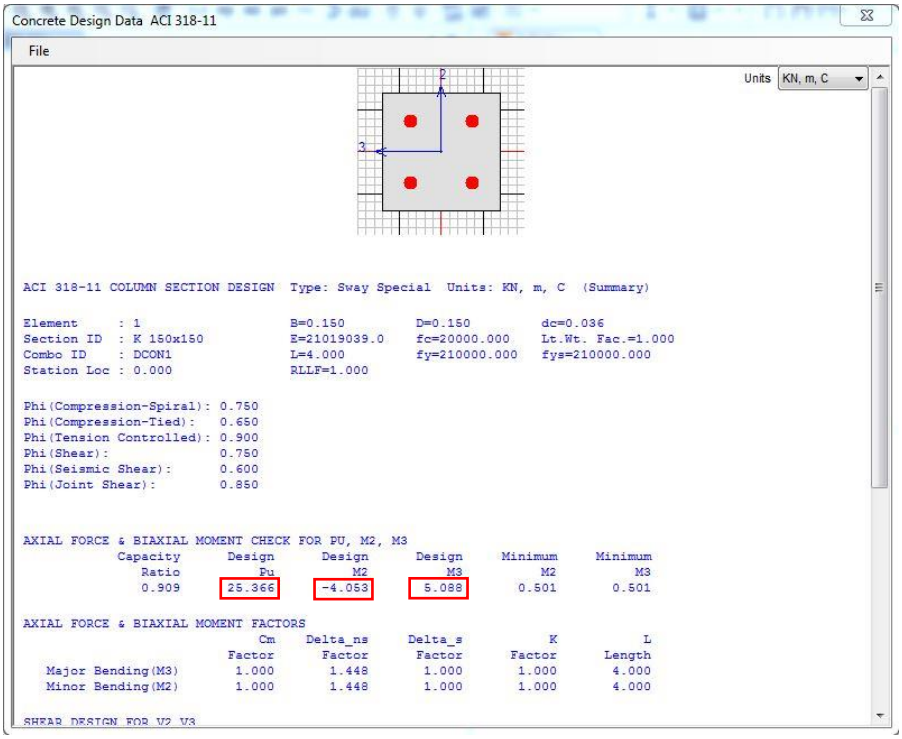
Struktur elemen kolom tidak dihitung secara manual pembebanannya karena beban mati dianggap menumpu pada *frame* balok dan beban hidup dianggap menumpu pada elemen pelat lantai. Jadi struktur elemen kolom sudah secara otomatis menerima pendistribusian beban dari kedua elemen tadi akibat beban mati dan beban hidup yang sudah diinputkan sebelumnya.

3.5.7 Run Analysis

Tahapan ini merupakan proses perhitungan yang dilakukan oleh program SAP2000, sebelum proses ini dilakukan sebaiknya semua tahapan sebelumnya telah dilakukan dengan benar karena ini sangat mempengaruhi terhadap output perhitungan yang dihasilkan.

3.5.8 Output Perhitungan

Output perhitungan merupakan hasil akhir yang diperoleh dari semua tahapan yang telah diuraikan di atas, keakuratan dari hasil perhitungan ini sangat dipengaruhi oleh proses sebelumnya, kesalahan pada proses sebelumnya akan sangat mempengaruhi keakuratan dari data yang dihasilkan oleh program ini. Khusus untuk pemodelan struktur elemen kolom, output dari program SAP2000 yang ditinjau adalah gaya dalam yang bekerja pada penampang kolom berupa gaya aksial terfaktor (Pu), momen lentur terfaktor akibat arah X (Mu_x) dan momen lentur terfaktor akibat arah Y (Mu_y) dapat dilihat pada contoh hasil output perhitungan di bawah ini:



Gambar 3-8 Contoh Output Perhitungan

Sumber: Software SAP2000 Versi 18.2.0

3.6 Korelasi Antara program SAP2000 Dengan Program SP Column

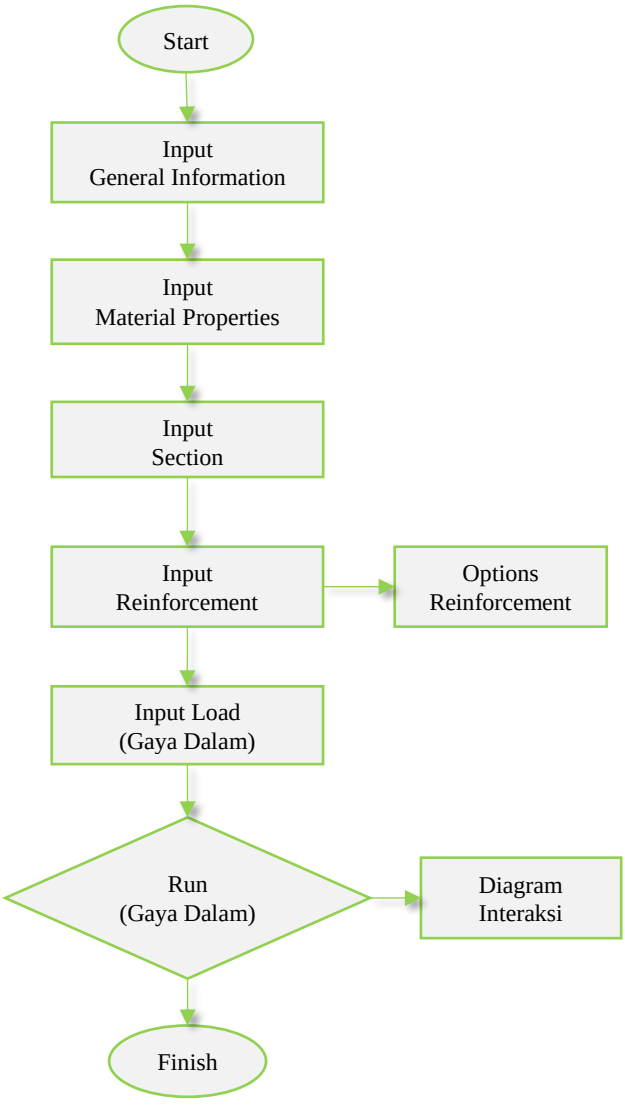
Output dari perhitungan program SAP2000 berupa besaran gaya yaitu gaya dalam menunjukan perilaku dari struktur saat menerima beban. Selain itu juga hasil program SAP2000 tersebut dapat menjadi sarana informasi berupa indikator keamanan bangunan dalam bentuk warna pada tiap elemen struktur. Hasil tersebut selanjutnya dievaluasi, apakah ada elemen-elemen yang teridentifikasi tidak aman. Apabila hal tersebut terjadi, maka harus dilakukan evaluasi lebih lanjut dengan mencoba-coba *(trial and error)* mencari penyebabnya dengan cara:

- Mempelajari apakah denah pembalokan serta tata letak struktur kolom sudah memenuhi syarat sehingga tercapai sistem struktur yang baik.
- Memeriksa apakah terjadi defleksi berlebihan.
- Mencoba dengan meningkatkan jumlah tulangan ataupun memperbesar dimensi penampang.
- Menambah mutu material beton dan mutu tulangan.

Langkah-langkah tersebut dilakukan berulang secara bertahap mencoba merubah struktur eksisting sampai indikator “tidak aman” berubah menjadi “aman”.

3.7 Cek Kapasitas Penampang Kolom dengan Program SP Column v4.81

Selanjutnya, apabila elemen struktur kolom sudah dianalisis oleh program SAP2000, maka selanjutnya akan dilakukan pengecekan (memvalidasi) kekuatan dari penampang struktur elemen kolom dengan mengkolaborasikan hasil keluaran dari program SAP2000 berupa nilai gaya dalamnya dengan program *SP Column*. Tujuan pengecekan ini adalah untuk menghasilkan diagram interaksi dari elemen kolom yang sudah diberi beban sebelumnya. Berikut bagan alur perhitungan menggunakan program SP Colum v4.81:



Gambar 3-9 Bagan Alur Perhitungan SP Column

3.7.1 Input → General Information

Dalam proses ini, penulis akan melakukan skema awal investigasi mengenai sifat kolom yang akan dianalisa. Berupa kolom yang terbebani secara biaksial. Standar *code* yang digunakan pada perhitungan ini menggunakan standar *code ACI 318-11*.

3.7.2 Input Material Properties

Dalam proses ini, penulis akan mendifinisikan data property sesuai data yang sudah diinputkan di program SAP2000 sebelumnya yaitu berupa, mutu beton, kuat leleh baja tulangan dan modulus elastisitas dari mutu baja tulangan yang digunakan.

3.7.3 Input Section

Dalam proses ini, penulis membuat dimensi penampang kolom yang akan diinvestigasi berdasarkan data property dari SAP2000 yang telah didesain sebelumnya.

3.7.4 Input Reinforcement

Dalam proses ini, penulis akan menginput data tulangan yang akan digunakan pada penampang kolom yang sudah didesain sebelumnya dengan menggunakan *code bar set* (prEN 10080).

3.7.5 Input Load

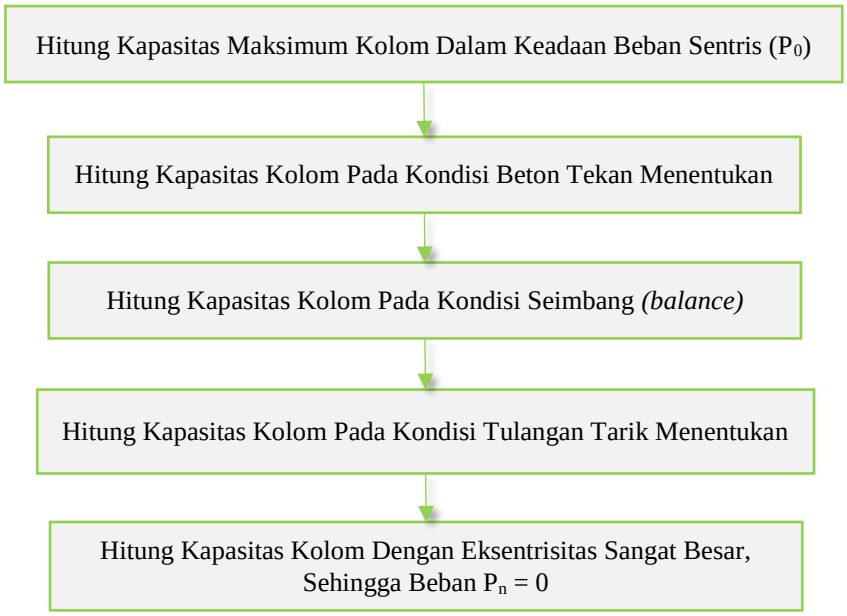
Ini merupakan proses inputan terakhir dalam uji kapasitas penampang menggunakan program *SP Column* sebelum dilakukannya proses *Run*. Karena penulis tidak mengkobinasikan beban gaya dalam dengan *code* kombinasi beban yang ada pada program *default SP Column*. Karena, pada proses sebelumnya, penulis sudah melakukan kombinasi pembebanan pada program SAP2000.

3.7.6 Run Program

Proses run merupakan proses eksekusi hasil inputan data yang sudah dilakukan pada proses sebelumnya. Dalam proses ini, menghasilkan sebuah diagram interaksi yang akan dipakai sebagai tolak ukur apakah penampang kolom yang telah diuji tersebut berada pada batas izin kapasitas kolom atau berada di luar diagram interaksi.

3.8 Cek Perhitungan Secara Manual

Dalam proses ini, dilakukan perhitungan secara manual menggunakan parameter-parameter prosedur perencanaan kolom sesuai dengan panduan SNI 03-2847-2002. Hal ini dilakukan agar hasilnya dapat dilacak secara teoritis dan keseuaian hasil akhir antara *software* dan perhitungan manual dapat terbukti.



Gambar 3-10 Bagan Alur Perhitungan Manual Penampang Kolom