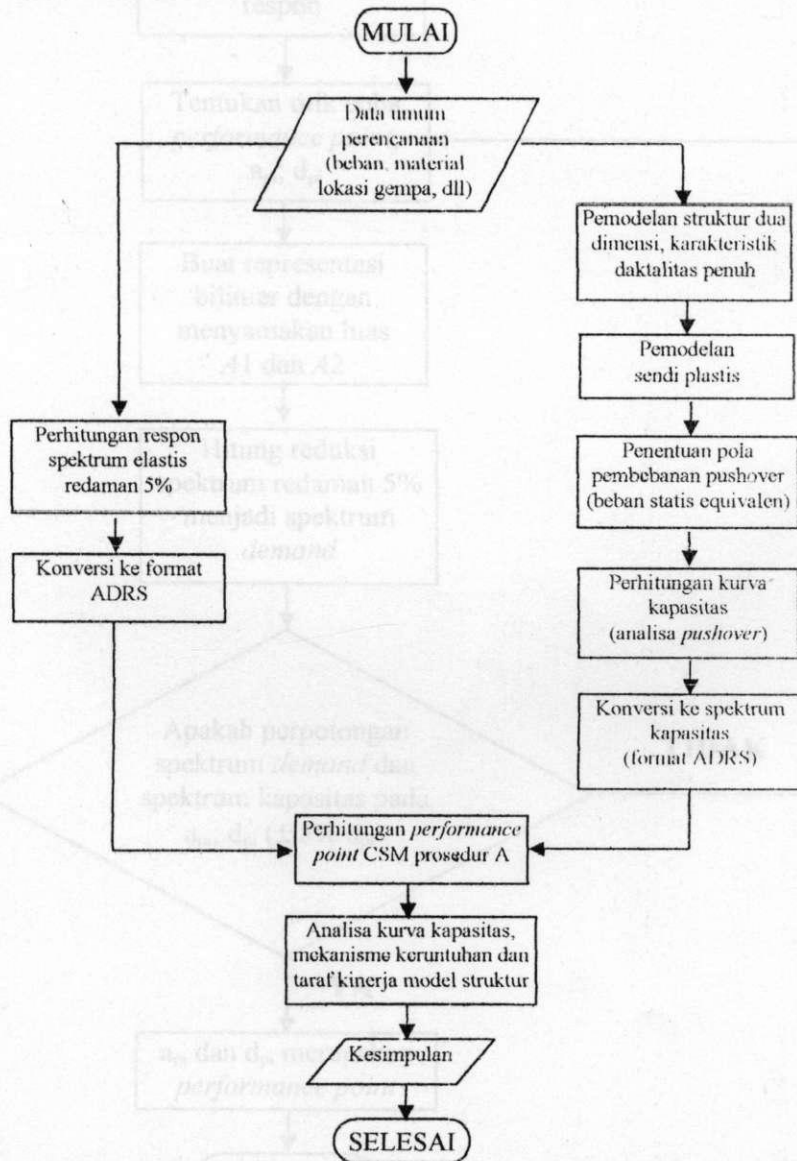


BAB III

DATA DAN PERHITUNGAN

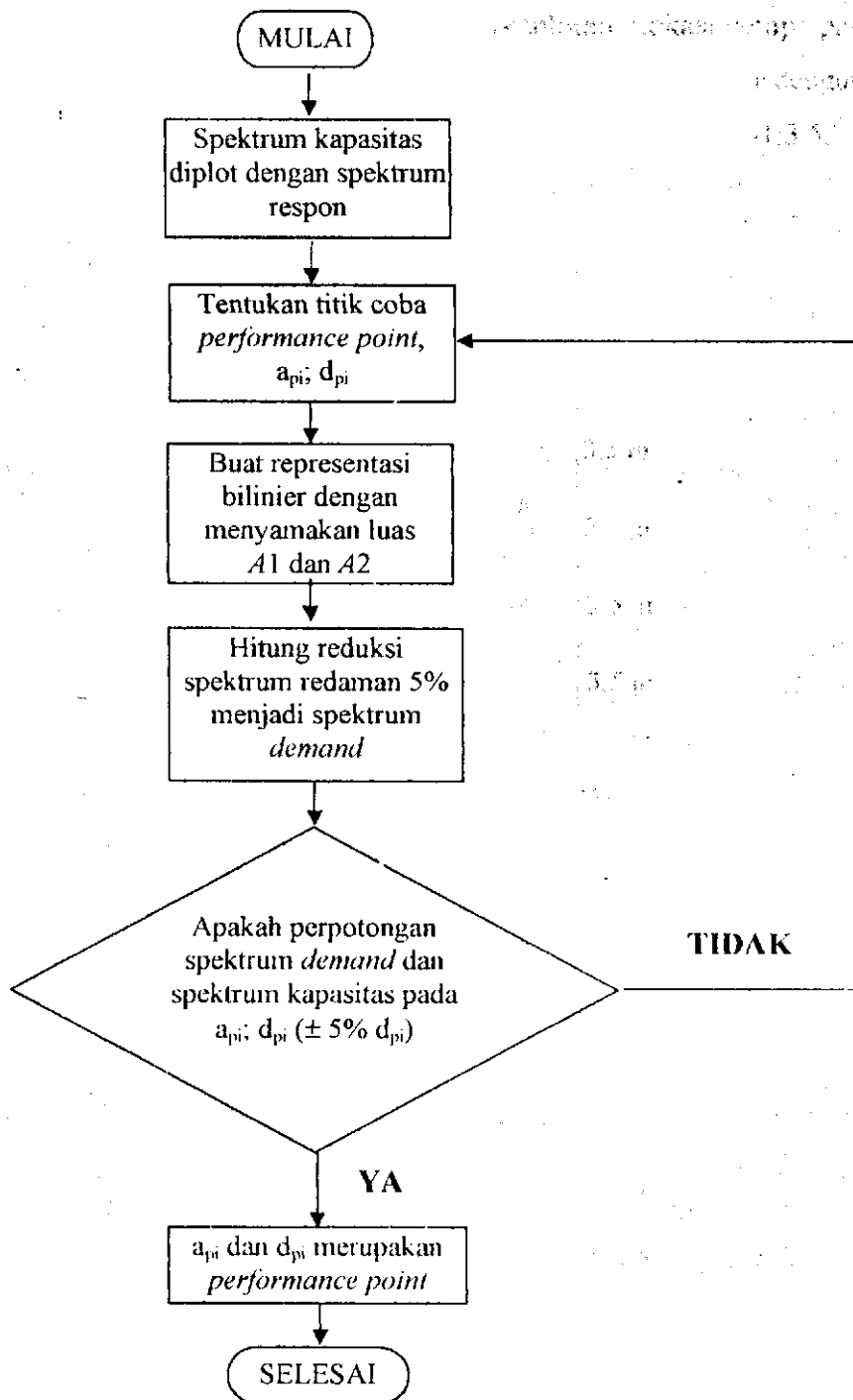
3.1 Bagan Alir Perhitungan

Secara umum langkah-langkah perhitungan dalam analisa *pushover* ini seperti disajikan pada bagan alir berikut ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Umum Analisa Pushover.

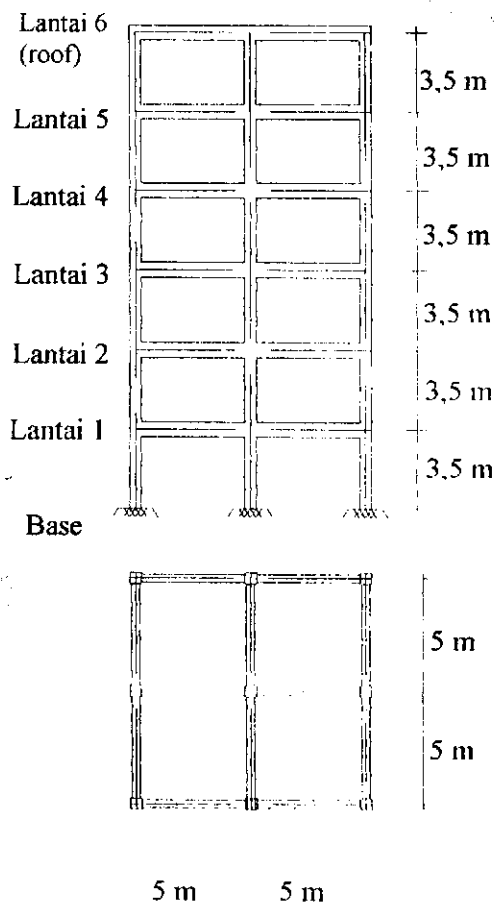
Langkah perhitungan performance point dengan metoda CSM prosedur A mengikuti bagan alir berikut ini.



Gambar 3.2 Bagan Alir Pehitungan Performance Point.

3.2 Data Umum Perencanaan.

Untuk keperluan analisa *pushover* ini direncanakan model struktur beton bertulang dua dimensi, 6 tingkat dengan tinggi total $H = 21$ m dari dasar struktur. (Gambar 3.3). Diperuntukan sebagai sarana perkantoran. Lokasi gempa pada Wilayah 1 pada peta gempa Indonesia, dengan kondisi tanah lunak, sesuai dengan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung, SKBI -1.3.53.1987.



Gambar 3.3. Model Struktur.

Data-data umum perencanaan adalah sebagai berikut:

Data beton dan baja :

- Mutu beton (f'_c) : 25.000 kN/m² (25 MPa).
- Tegangan geser beton (f_{cs}) : 15.000 kN/m² (15 MPa).
- Modulus elastisitas beton (E) : 20.000.000 kN/m² ($2 \cdot 10^4$ MPa).
- Mutu baja (f_y) : 400.000 kN/m² (400 MPa).
- Tegangan leleh geser baja (f_{ys}) : 240.000 kN/m² (240 MPa).
- Asumsi awal dimensi kolom : 40 x 40 cm.
- Asumsi awal dimensi balok : 30 x 40 cm.

3.2.1 Pembebanan Akibat Gravitasi.

Pembebanan gravitasi meliputi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup terhadap struktur, yang meliputi:

1. Beban Atap.

a) Beban Mati.

- Plat atap = luas plat x tebal plat x BJ beton
 $(10.10) \cdot 0,12 \cdot 2400 = 28800 \text{ kg.}$
- Aspal = luas plat x tebal aspal x BJ beton
 $(10.10) \cdot 1,14 = 1400 \text{ kg.}$
- Plafon = luas plat x berat plafon dan eternit
 $(10.10) \cdot 18 = 1800 \text{ kg.}$
- Dinding = $(p + l) \cdot 2 \cdot (h/2) \cdot \text{BJ dinding}$
 $(10+10) \cdot 2 \cdot \frac{3,5}{2} \cdot 250 = 17500 \text{ kg.}$
- Balok = juml. balok x b x h x BJ beton
 $(6.10) \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 17280 \text{ kg}$
- Kolom = juml. kolom x b x h x BJ beton
 $= 9.1,75 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 6048 \text{ kg}$

$$W_{matap} = 72828 \text{ kg}$$

1. b) Beban Hidup

$$Wh_{atap} = 100.0,3.10.10 = 3000 \text{ kg.}$$

$$Total \text{ beban atap } (W_{atap}) = 75828 \text{ kg.}$$

2. Beban Lantai.

a) Beban Mati.

$$\circ \text{ Plat lantai} = 10.10.0,12.2400 = 28800 \text{ kg.}$$

$$\circ \text{ Plafon} = 10.10.18 = 1800 \text{ kg.}$$

$$\circ \text{ Dinding} = (10+10).2.3,5.250 = 35000 \text{ kg.}$$

$$\circ \text{ Spesi} = 10.10.1.21 = 2100 \text{ kg.}$$

$$\circ \text{ Ubin} = 10.10.1.24 = 2400 \text{ kg.}$$

$$\circ \text{ Balok} = \text{juml. balok} \times b \times h \times \text{BJ beton} \\ = (6.10).0,3.0,4.2400 = 17280 \text{ kg}$$

$$\circ \text{ Kolom} = \text{juml. kolom} \times b \times h \times \text{BJ beton} \\ = 9.3,5.0,4.0,4.2400 = 12096 \text{ kg}$$

$$Wm_{lantai} = 99476 \text{ kg.}$$

b) Beban Hidup

$$Wh_{lantai} = 250.0,3.10.10 = 7500 \text{ kg.}$$

$$\text{Beban untuk satu lantai } (W_{lantai}) = 106976 \text{ kg.}$$

$$Total \text{ berat lantai } 1 - 5 (W_{lantai}) = 534880 \text{ kg.}$$

$$Total \text{ berat model struktur } (W_t) = 610708 \text{ kg.}$$

3.2.2 Pembebanan Lateral.

Pembebanan lateral yakni beban-beban yang bekerja pada arah horizontal terhadap model struktur. Meliputi penentuan gaya geser dasar horizontal (*base shear*) akibat gempa dan distribusinya sepanjang tinggi model struktur dengan Metoda *Statis equivalen*. Perhitungannya menurut langkah-langkah berikut:



1. Penentuan waktu getar alami model struktur (T).

Untuk struktur portal beton tanpa pengaku Pers. (2.17):

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4}$$

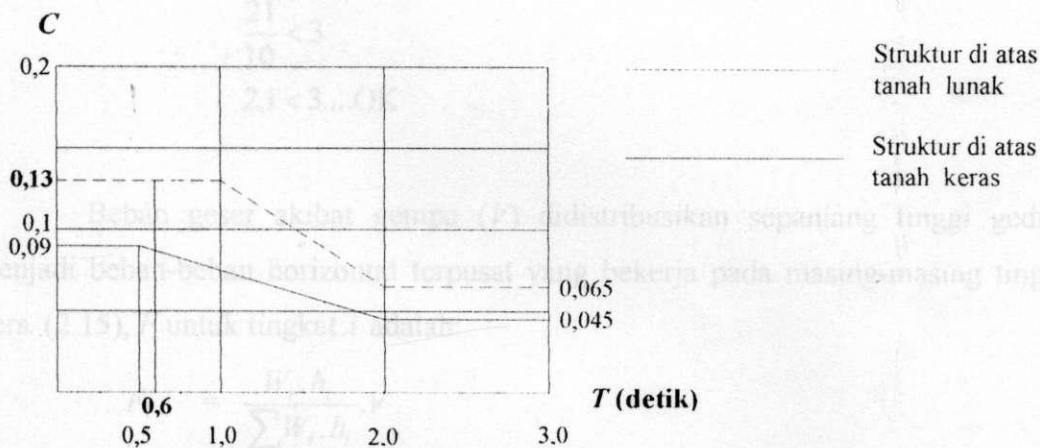
$$H = 6 \cdot 3,5 = 21 \text{ m}$$

$$T = 0,06 \cdot 21^{3/4}$$

$$T = 0,6 \text{ detik.}$$

2. Penentuan Koefisien Gempa Dasar (C)

Untuk wilayah 1 pada peta gempa Indonesia menggunakan grafik percepatan struktur Wilayah 1.



Gambar 3.4. Grafik Percepatan Struktur Wilayah 1.
(SKBI-1.3.53.1987)

Dari grafik untuk $T = 0,6$ detik jenis tanah lunak diperoleh $C = 0,13$.

3. Penentuan Faktor Keutamaan (I) dan Faktor Jenis Struktur (K).

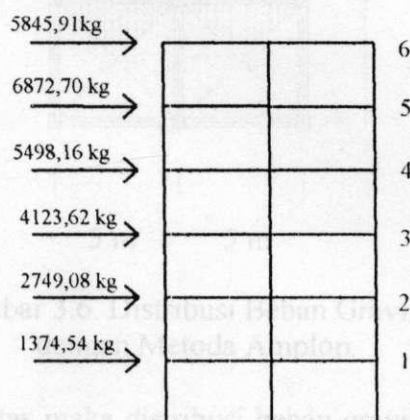
Dari tabel 2.1 SKBI 1.3.53.1987 untuk bangunan perkantoran $I = 1,0$.

Dari tabel 2.2 SKBI 1.3.53.1987 untuk struktur portal daktail beton bertulang $K = 1,0$

$$\begin{aligned}
 T &= 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_i^2}{g \cdot \sum F_i x \cdot d_i} \right)} \\
 &= 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{871,148}{9,81 \cdot 2365,537} \right)} \\
 &= 1,22 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Nilai $T = 1,22$ detik $> 80\% T = 0,6$ memenuhi persyaratan yang ditetapkan SKBI 1.3.53.1987 dan juga menghasilkan nilai C yang hampir sama pula dari grafik percepatan struktur Wilayah 1. Sehingga distribusi akhir gaya gempa horizontal dari perhitungan sebelumnya dapat digunakan sebagai pola gaya pembebanan gempa metoda statis ekuivalen, yang selanjutnya akan menjadi pola pembebanan (*load pattern*) untuk analisa *pushover*.

Distribusi gaya gempa sepanjang tinggi model struktur adalah seperti diilustrasikan pada Gambar 3.5. berikut ini.



Gambar 3.5. Distribusi Gaya Gempa Sepanjang Tinggi Struktur.

3.3 Pemodelan Struktur Beton Bertulang Dua Dimensi

Model struktur direncanakan berdasarkan data-data diatas dengan perencanaan yang berdasarkan pada kriteria daktilitas penuh ($\mu = 4,0$), yang mensyaratkan beban gempa diberi faktor $K = 1,0$.

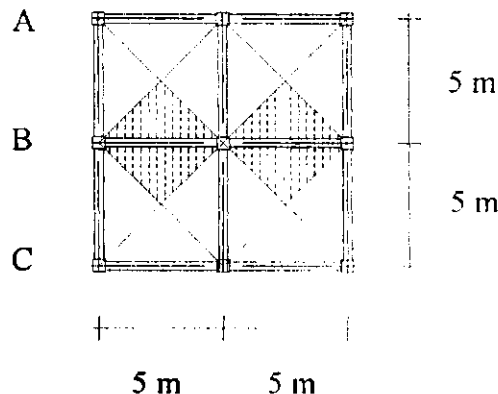
3.3.1 Perhitungan Beban Gravitasi

Beban gravitasi didasarkan dari perhitungan sebelumnya (Sub bab 3.2.1.) minus berat balok dan kolom (sudah diperhitungkan oleh SAP 2000) seperti pada Tabel 3.3. berikut ini.

Tabel 3.3. Beban Gravitasi.

Tingkat	Beban Mati (kg)	Beban Hidup (kg)
Atap	49500	3000
1 s/d 5	70100	7500

Sedangkan distribusi pembebanan terhadap balok untuk analisa dua dimensi adalah menurut metoda amplop dengan asumsi balok rencana adalah pada portal B, seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Distribusi Beban Gravitasi dengan Metoda Amplop.

Sesuai gambar diatas maka distribusi beban gravitasi untuk satu balok pada portal B dengan pola pembagian beban merata dengan sistem amplop adalah $2 \times \frac{1}{16}$ total berat beban lantai, seperti hasil di bawah ini:

Tabel. 3.4. Distribusi Beban Gravitasi untuk Balok.

Tingkat	Beban Mati (kg)	Beban Hidup (kg)
Atap	6187,5	375
1 s/d 5	8762,5	937,5

3.3.2 Desain Model Struktur dengan Daktalitas Penuh

Untuk perencanaan dengan kriteria daktalitas penuh atau daktalitas 3 (*full ductility*), SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan bahwa struktur diberi beban gempa tanpa diberi faktor pengali ($K = 1$).

Data-data dari perhitungan sebelumnya digunakan sebagai asumsi awal, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan pemodelan yang sesungguhnya untuk mendapatkan struktur dengan daktalitas penuh ($\mu = 4$).

Perencanaan balok terhadap lentur, menurut kombinasi dari persamaan pada Sub bab 2.4.1. Pers. (2.5.), Pers. (2.6.) dan Pers. (2.7.) sebagai berikut:

$$M_u = 1,2 M_D + 1,6 M_L$$

$$M_u = 0,9 M_D \pm M_E$$

$$M_u = 1,05 (M_D + 0,6 M_L \pm M_E)$$

Momen maksimum pada tiap lantai akibat ketiga macam pembebanan diatas dianggap sebagai momen rencana. Dari hasil perhitungan analisa struktur (Lampiran 9) dan perhitungan penulangan balok (Lampiran 1) didapat penulangan untuk balok lantai 1 sampai 6 seperti pada Tabel. 3.5. berikut ini.

Tabel 3.5. Penulangan Balok Daktalitas Penuh.

Balok Lantai	Lokasi	<i>b</i> (mm)	<i>h</i> (mm)	Jumlah Tulangan
6	tumpuan	400	600	3 D18
	lapangan	400	600	3 D18
5	tumpuan	400	600	5 D18
	lapangan	400	600	3 D18
4	tumpuan	400	600	7 D18
	lapangan	400	600	3 D18
3	tumpuan	400	600	8 D18
	lapangan	400	600	4 D18
2	tumpuan	400	600	9 D18
	lapangan	400	600	4 D18
1	tumpuan	400	600	8 D18
	lapangan	400	600	5 D18

Untuk tulangan menerus menggunakan ρ_{min} sehingga tulangan 3 D18 untuk tiap balok bagian atas dan bawah.

6. Perencanaan kolom terhadap lentur dan aksial, menurut kombinasi dari persamaan pada Sub bab 2.4.1. Pers. (2.9.), Pers. (2.10.).

Kuat minimum lentur kolom :

$$M_{u,k} \geq 1,05 (M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} \cdot M_{E,k})$$

Gaya aksial rencana $N_{u,k}$ pada kolom:

$$N_{u,k} \geq 1,05 (N_{D,k} + N_{L,k} + \frac{4,0}{K} \cdot N_{E,k})$$

Nilai faktor pengali K untuk momen akibat gempa (M_E) adalah = 1,0. dan. Dari hasil perhitungan analisa struktur (Lampiran 10) dan perhitungan penulangan kolom (Lampiran 3) didapat penulangan untuk kolom lantai 1 sampai 6 seperti pada Tabel. 3.6. berikut ini.

Tabel 3.6. Penulangan Kolom. Daktilitas Penuh.

Kolom Lantai	h (mm)	b (mm)	Jumlah Tulangan
6	400	400	4 D 16
5	400	400	4 D 16
4	450	450	6 D 19
3	450	450	6 D 19
2	550	550	12 D 19
1	550	550	12 D 19