

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

##### **2.1.1 Pengertian**

Tujuan perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan.

Suatu struktur disebut stabil bila ia tidak mudah terguling, miring atau tergeser selama umur bangunan yang direncanakan.

Suatu struktur disebut cukup kuat bila kemungkinan terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan kemampuan layan selama masa hidup yang direncanakan adalah kecil dan dalam batas yang dapat diterima.

Suatu struktur disebut awet bila struktur tersebut dapat menerima keausan dan kerusakan yang diharapkan terjadi selama umur bangunan yang direncanakan tanpa pemeliharaan yang berlebihan (SNI-03-1729-2002-HAL.12).

##### **2.1.2 Persyaratan Struktur**

Dalam perencanaan struktur beton bertulang harus dipenuhi syarat-syarat berikut:

1. Analisis struktur harus dilakukan dengan cara-cara mekanika teknik yang baku.
2. Analisis dengan komputer, harus disertai dengan penjelasan mengenai prinsip cara kerja program, data masukan serta penjelasan mengenai data keluaran.

3. Percobaan model diperbolehkan bila diperlukan untuk menunjang analisis teoritis.
4. Analisa struktur harus dilakukan dengan model-model matematis yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsur-unsurnya.
5. Bila cara perhitungan menyimpang dari tata cara ini, maka harus mengikuti persyaratan sebagai berikut:
  - Struktur yang dihasilkan harus dapat dibuktikan cukup aman dengan bantuan perhitungan dan/atau percobaan;
  - Tanggung jawab atas penyimpangan yang terjadi oleh dipikul oleh perencana dan pelaksana yang bersangkutan;
  - Perhitungan dan/atau percobaan tersebut diajukan kepada panitia yang ditunjuk oleh pengawas bangunan yang berwenang, yang terdiri dari ahli-ahli yang diberi wewenang menentukan segala keterangan dan cara-cara tersebut. Bila perlu, panitia dapat meminta bila diadakan percobaan ulang, lanjutan atau tambahan. Laporan panitia yang berisi syarat-syarat dan ketentuan-ketentuan penggunaan cara tersebut mempunyai kekuatan yang sama dengan tata cara ini (SNI-03-2847-2002-HAL.13).

### 2.1.3 Analisis dan Perencanaan

Perencanaan komponen struktur beton bertulang mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- Semua komponen struktur harus direncanakan cukup kuat sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam tata cara ini, dengan menggunakan faktor beban dan faktor reduksi kekuatan yang ditentukan.
- Komponen struktur beton bertulang non-prategang boleh direncanakan dengan menggunakan metode beban kerja dan tegangan izin.

Prosedur dan asumsi dalam perencanaan serta besarnya beban rencana mengikuti ketentuan berikut ini:

- Ketentuan mengenai perencanaan dalam tata cara ini didasarkan pada asumsi bahwa struktur direncanakan untuk memikul semua beban kerjanya;
- Beban kerja diambil berdasarkan SNI 03-1727-1989-F, *Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*, atau penggantinya;
- Dalam perencanaan terhadap beban angin dan gempa, seluruh bagian struktur yang membentuk kesatuan harus direncanakan berdasarkan tata cara ini dan juga harus memenuhi SNI 03-1726-1989, *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung*, atau penggantinya;
- Harus pula diperhatikan pengaruh dari gaya prategang, beban kran, vibrasi, kejutan, susut, perubahan suhu, rangkakan, perbedaan penurunan pondasi, dan beban khusus lainnya yang mungkin bekerja.

Analisis komponen struktur harus mengikuti ketentuan berikut:

- Semua komponen struktur rangka atau struktur menerus direncanakan terhadap pengaruh maksimum dari beban terfaktor yang dihitung sesuai dengan metode elastis, atau mengikuti peraturan khusus;
- Kecuali untuk beton prategang, metode pendekatan untuk analisis rangka untuk bangunan dengan tipe konstruksi, bentang, dan tinggi tingkat yang umum;
- Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang dimana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah (SNI-03-2847-2002-HAL.278).

#### 2.1.4 Kombinasi Pembebanan

Suatu struktur harus mampu memikul kombinasi pembebanan dibawah ini (SNI-03-1729-2002-HAL.13) :

1,4D

1,2D + 1,6L

1,2D + 1,6L + 0,5 (La atau H)

1,2D + 1,6 (La atau H) +  $\gamma_L$  L atau 0,8W)

Keterangan:

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejutan, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain-lain

La adalah beban hidup yang di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

H adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air

$\gamma_L = 0,5$  bila  $L < 5$  kPa dan  $\gamma_L = 1$  bila  $\geq 5$  kPa

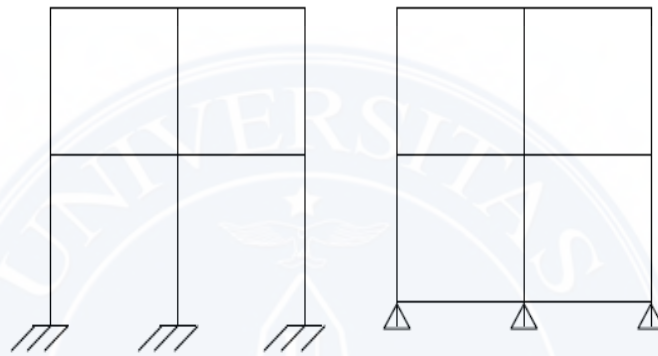
## **2.2 Perencanaan Struktur**

### **2.2.1 Struktur Portal**

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa dibantu diafragma-diafragma horizontal atau sistem-sistem lantai Pada dasarnya sistem struktur bangunan terdiri dari dua yaitu:

- Portal terbuka, dimana seluruh momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan sepenuhnya oleh pondasi, sedangkan sloof hanya berfungsi untuk menahan dinding di atasnya saja. Kekuatan dan kekakuan portal dalam menahan beban lateral dan kestabilannya tergantung pada kekuatan elemen-elemen strukturnya.

- Portal tertutup, dimana momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan terlebih dahulu oleh sloof kemudian diratakan, baru sebagian kecil beban dilimpahkan ke pondasi. Sloof berfungsi sebagai pengikat kolom yang satu dengan kolom yang lain untuk mencegah terjadinya *Differential Settlement* (ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR-HAL.9).

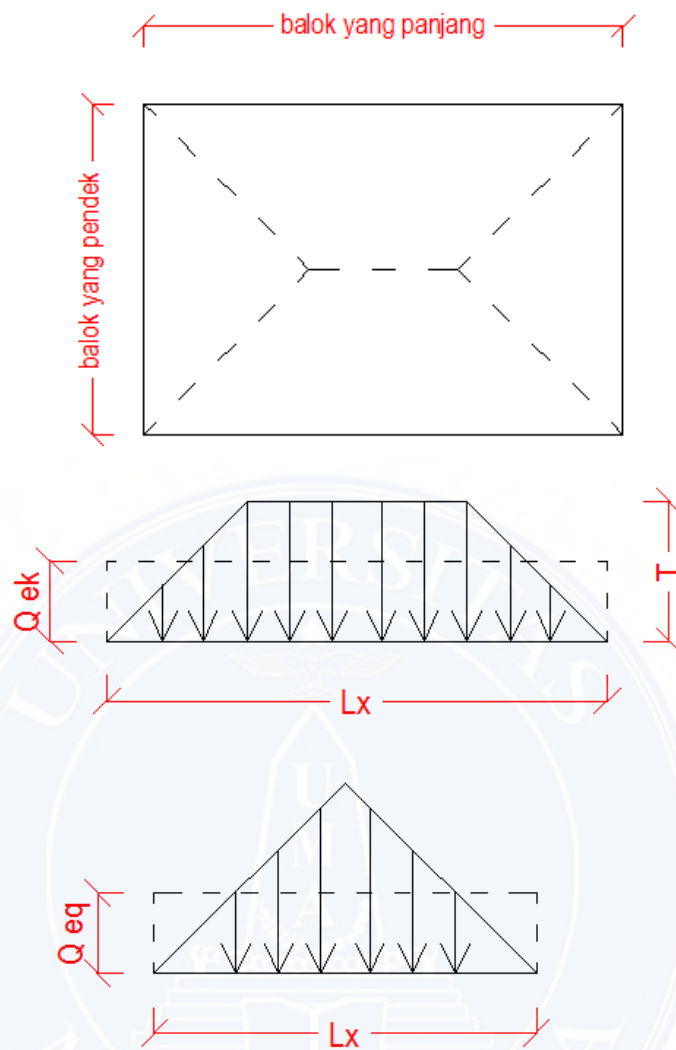


Gambar 2.1 Portal Terbuka (kiri) dan Portal Tertutup (kanan)

### 2.2.2 Perencanaan Pelat Lantai

Selain memikul berat sendiri balok juga memikul berat pelat lantai. Beban pelat di atasnya didistribusikan kepada balok-balok yang mendukung pelat tersebut. Distribusi beban pelat tersebut terbagi dua yaitu berupa beban merata trapesium dan beban merata segitiga.

Dimana beban merata trapesium adalah yang disalurkan kepada balok yang lebih panjang dan beban merata segitiga adalah yang kepada balok yang lebih pendek. Dari kedua beban merata tersebut selanjutnya akan diubah menjadi beban merata persegi panjang yang disebut beban ekuivalen /  $Q_{ek}$  (ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR-HAL.9).



Gambar 2.2 Beban Ekivalen

Adapun rumus beban ekivalen tersebut adalah:

$$\text{Untuk beban trapesium, } Q_{ek} = \frac{1}{2} q \frac{L_y}{L_x^2} (L_x^2 - \frac{1}{3} L_y^2)$$

dimana  $L_y = 2 T$

Untuk beban segitiga,  $Q_{ek} = \frac{1}{3} q L_x$

### 2.2.3 Pembebanan

Adapun yang bagian dari beban pada suatu konstruksi adalah berat bahan bangunan dan beban hidup pada lantai. Dibawah ini disebutkan nilai-nilai dari berat bahan bangunan dan beban hidup pada lantai (BUKU\_TEKNIK\_SIPIL-HAL.180) yaitu :

<b>Nama Material</b>	<b>Volume</b>	<b>Satuan</b>
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600	kg/m <sup>3</sup>
Pasir (jenuh air)	1800	kg/m <sup>3</sup>
Kerikil (kering udara sampai lembab)	1650	kg/m <sup>3</sup>
Pasir kerikil (kering udara sampai lembab)	1850	kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	1450	kg/m <sup>3</sup>
Beton	2200	kg/m <sup>3</sup>
Beton bertulang	2400	kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu bata	1700	kg/m <sup>3</sup>
Besi tuang	7250	kg/m <sup>3</sup>
Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>

Tabel 2.1 Berat Bahan Bangunan



<b>Nama Material</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Semen asbes (t=4 mm)	11	kg/m <sup>2</sup>
Kaca (4 mm)	10	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung langit-langit kayu jarak minimum 0,8 m	7	kg/m <sup>2</sup>
Semen	21	kg/m <sup>2</sup>
Kapur, tras, semen merah	17	kg/m <sup>2</sup>
Dinding bata pasangan satu batu	450	kg/m <sup>2</sup>
Dinding bata pasangan setengah batu	250	kg/m <sup>2</sup>
Penutup lantai	24	kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap genting dengan reng	50	kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap seng gelombang	10	kg/m <sup>2</sup>
Semen asbes gelombang	11	kg/m <sup>2</sup>

Tabel 2.2 Bagian-bagian Konstruksi

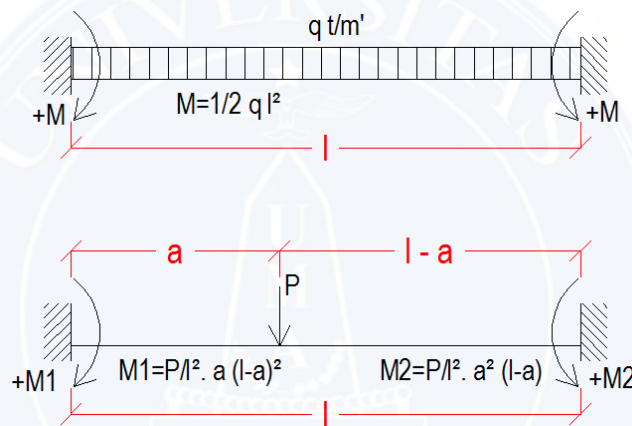
<b>Nama Material</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Lantai dan tangga rumah tinggal	200	kg/m <sup>2</sup>
Lantai & tangga gudang, bukan toko / ruang kerja	150	kg/m <sup>2</sup>
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran	250	kg/m <sup>2</sup>
Lantai ruang olah raga	400	kg/m <sup>2</sup>
Tangga, bordes tangga dan gang	300	kg/m <sup>2</sup>
Lantai ruang dansa	500	kg/m <sup>2</sup>
Lantai dan balkon ruang pertemuan	400	kg/m <sup>2</sup>
Lantai atap (plat dak)	100	kg/m <sup>2</sup>

Tabel 2.3 Muatan Hidup Pada Lantai Bangunan

## 2.3 Metode Cross

### 2.3.1 Pengertian Metode Cross

Cara cross dapat dikatakan cara yang berdasarkan percobaan dan yang dipergunakan pada bangunan yang terdiri dari batang-batang. Titik-titik hubungan menjadi terjepit atau tidak dapat berputar. Setelah diberikan muatan dari luar maka terjadi momen-momen pada ujung batang tersebut yaitu positif apabila kerjanya mengikuti arah jarum jam (ke kanan) dan negatif apabila arah kerjanya berlawanan arah jarum jam (ke kiri).



Gambar 2.3 Momen

Gambar diatas menunjukkan momen ujung sementara pada beberapa keadaan dengan anggapan bahwa  $EI$  pada satu batang seluruhnya tetap. Bila ada satu muatan terpusat  $P$  cukup dipakai sebagai dasar. Jika beberapa muatan maka dapat menggunakan cara superposisi (BUKU\_ILMU\_GAJA-HAL.269).

### 2.3.2 Faktor Distribusi

Suatu titik hubungan yang dijepit sebelum dan setelah ada muatan luar dengan jumlah momen  $\Sigma M \neq 0$ . Setelah dilepaskan titik akan berputar sebesar  $\varphi$  yang ditahan oleh momen reaksi sebesar  $-\Sigma M^0$  (BUKU\_ILMU\_GAJA-HAL.271).

Ujung suatu batang dengan panjang  $l_1$  serta faktor keteguhan melawan lengkungan sebesar  $EI_1$  menerima momen koreksi sebesar  $\Delta M_1$ . Bila satu ujung

terjepit maka  $\varphi_{11} = \frac{l_1}{4EI_1}$  jadi  $\Delta M_1 = 4 \frac{EI_1}{l_1} \varphi$  dan apabila ujung lainnya bebas maka

$$\varphi_{11} = \frac{l_1}{3EI_1} \text{ jadi } \Delta M_1 = 3 \frac{EI_1}{l_1} \varphi.$$

Pada umumnya  $\Delta M_1 = \frac{l}{\varphi_{11}} \varphi$  dan pada batang k :

$$\Delta M_k = \frac{l}{\varphi_{kk}} \varphi$$

$$\Delta M_1 + \Delta M_2 + \Delta M_3 + \Delta M_k + \Delta M_n = -\Sigma M_o$$

$$\Delta M_1 : \Delta M_2 : \Delta M_k = \frac{l}{\varphi_{11}} : \frac{l}{\varphi_{22}} : \frac{l}{\varphi_{kk}}$$

$$\Delta M_1 = - \frac{l/\varphi_{11}}{\Sigma l/\varphi} \Sigma M^0 = - \mu_1 \Sigma M^0 ; \Delta M_k = \frac{l/\varphi_{kk}}{\Sigma l/\varphi} \Sigma M^0$$

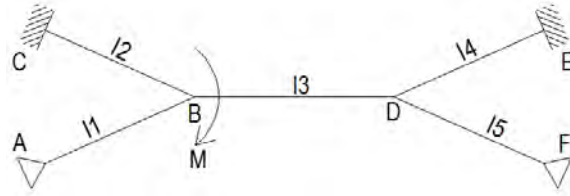
$$= - \mu_k \Sigma M_o ; \Sigma \mu = 1$$

Faktor atau koefisien  $\mu$  dinamakan faktor distribusi

### 2.3.3 Bangunan Dengan Dua Titik Hubungan

Titik B dan D tidak dapat bergerak, titik C dan E adalah jepit dan titik A dan F adalah sendi. Diujung batang diberi momen yaitu  $M_{BA}$  berarti

momen ujung di titik B pada batang AB,  $M_{BC}$  adalah momen pada batang BC dan seterusnya.



Gambar 2.4 Dua Titik Hubungan

$$\varphi_{BA} = M_{BA} \cdot \varphi_{BBA} = M_{BA} \frac{l_1}{3EI_1} ; \varphi_{BC} = M_{BC} \cdot \varphi_{BBC} = M_{BC} \frac{l_2}{4EI_2} \text{ dst}$$

$$\text{Jadi } \frac{1}{\varphi_{BBA}} = \frac{3EI_1}{l_1}, \frac{1}{\varphi_{BBC}} = \frac{4EI_2}{l_2}$$

$$\mu_{BA} : \mu_{BC} = \frac{3EI_1}{l_1} : \frac{4EI_2}{l_2}$$

Momen koreksi pada pada BD yaitu  $-\mu_{BD}$  menyalurkan momen induksi sebesar  $-\frac{1}{2}\mu_{BD}$  pada titik D. Momen distribusi pertama di D sebesar  $-\frac{1}{2}\mu_{BD}$  dan bekerja sebagai momen di D yang harus diratakan. Jadi momen koreksi lainnya  $\Delta M_{DE} = -\mu_{DE}(-\frac{1}{2}\mu_{BD}) = +\frac{1}{2}\mu_{BD} \cdot \mu_{DE}$  setelah titik hubungan D dilepaskan maka sebaliknya  $\Delta M_{DB} = +\frac{1}{2}\mu_{BD} \cdot \mu_{DB}$  dan menimbulkan momen induksi pada titik B sebesar  $+\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}\mu_{BD} \cdot \mu_{DB} = +\frac{1}{4}\mu_{BD} \cdot \mu_{DB}$  (BUKU\_ILMU\_GAJA-HAL.273).

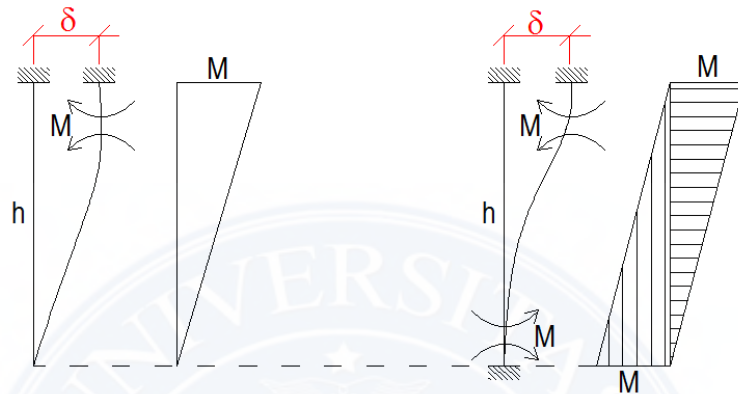
Perataan adalah  $M_{ca} = \frac{1}{2} M_{ae}$

$$M_{fb} = \frac{1}{2} M_{bf}$$

$$M_{dc} = \frac{1}{2} M_{cd}$$

### 2.3.4 Titik Hubungan Yang Dapat Bergoyang

Ini mungkin terjadi pada susunan portal dimana ujung batang bergeser sejauh  $\delta$ . Keadaan pada batang dengan ujung sendi tidak sama dengan batang dengan ujung jepit.



Gambar 2.5 Pergeseran Ujung Batang

Pada batang terjepit di ujungnya  $\delta = \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{6}\right)M \frac{h^2}{EI} = \frac{1}{6}M \frac{h^2}{EI}$  atau

$M = \frac{6EI\delta}{h^2}$ . Cara menghitungnya untuk sementara ujung-ujung batang dianggap

tidak bergeser. Hitungan dijalankan menurut Cross, momen pada satu batang adalah  $M'_t$  untuk sementara. Pada batang dengan ujung sendi, momen di ujungnya = 0 dan pada batang terjepit  $\frac{1}{2} M'_t$  (batang tidak menahan muatan luar secara langsung).

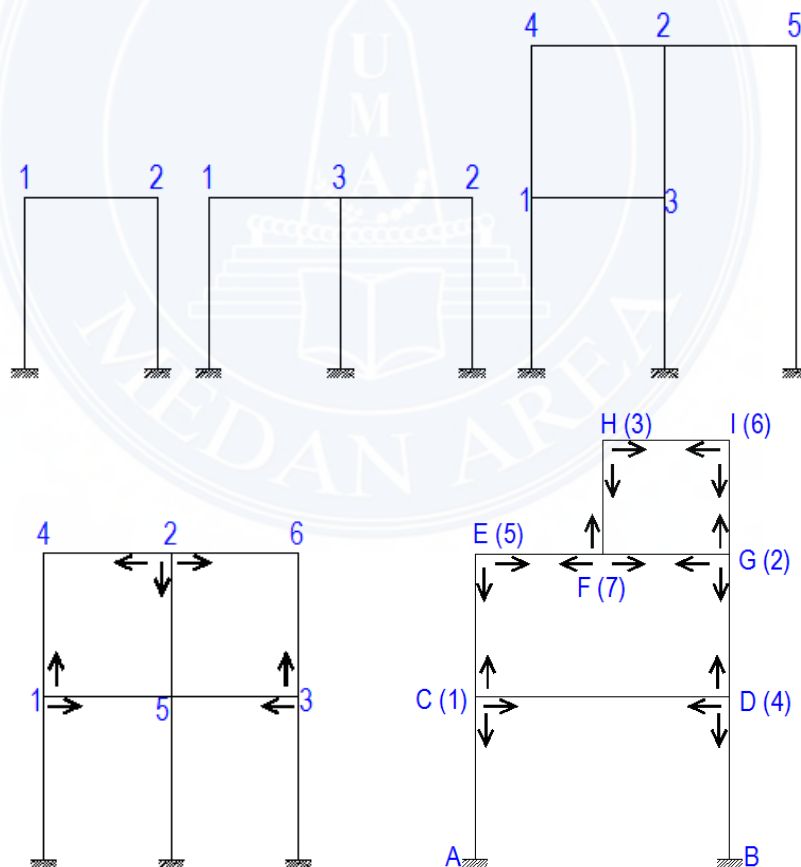
Pada batang terjepit  $H' = \frac{M'_t}{h}$ . Jumlah besaran mendatar  $H'$  tidak sama

dengan 0 dan seharusnya = 0 jika, muatan luar bekerja vertikal atau diharuskan  $\Sigma H' + R_h = 0$  jika,  $R_h$  = jumlah komponen mendatar muatan luar.

Sesudah itu diberikan momen  $X = 6 EI \delta / h^2$  untuk batang dengan ujung terjepit. Titik-titik hubungan diujung batang tidak boleh berputar sudut akan tetapi boleh bergoyang. Kemudian untuk menghitung momen-momen diujung balok dan batang sebagai akibat dari  $X$ , ini adalah cara Cross. Momen ujung batang yang terdapat adalah  $\Delta M_i$ .  $X$  dapat dihitung dengan syarat  $\Sigma H_x + \Sigma H' = 0$  (BUKU\_ILMU\_GAJA-HAL.283).

### 2.3.5 Pembagian Siklus Cross

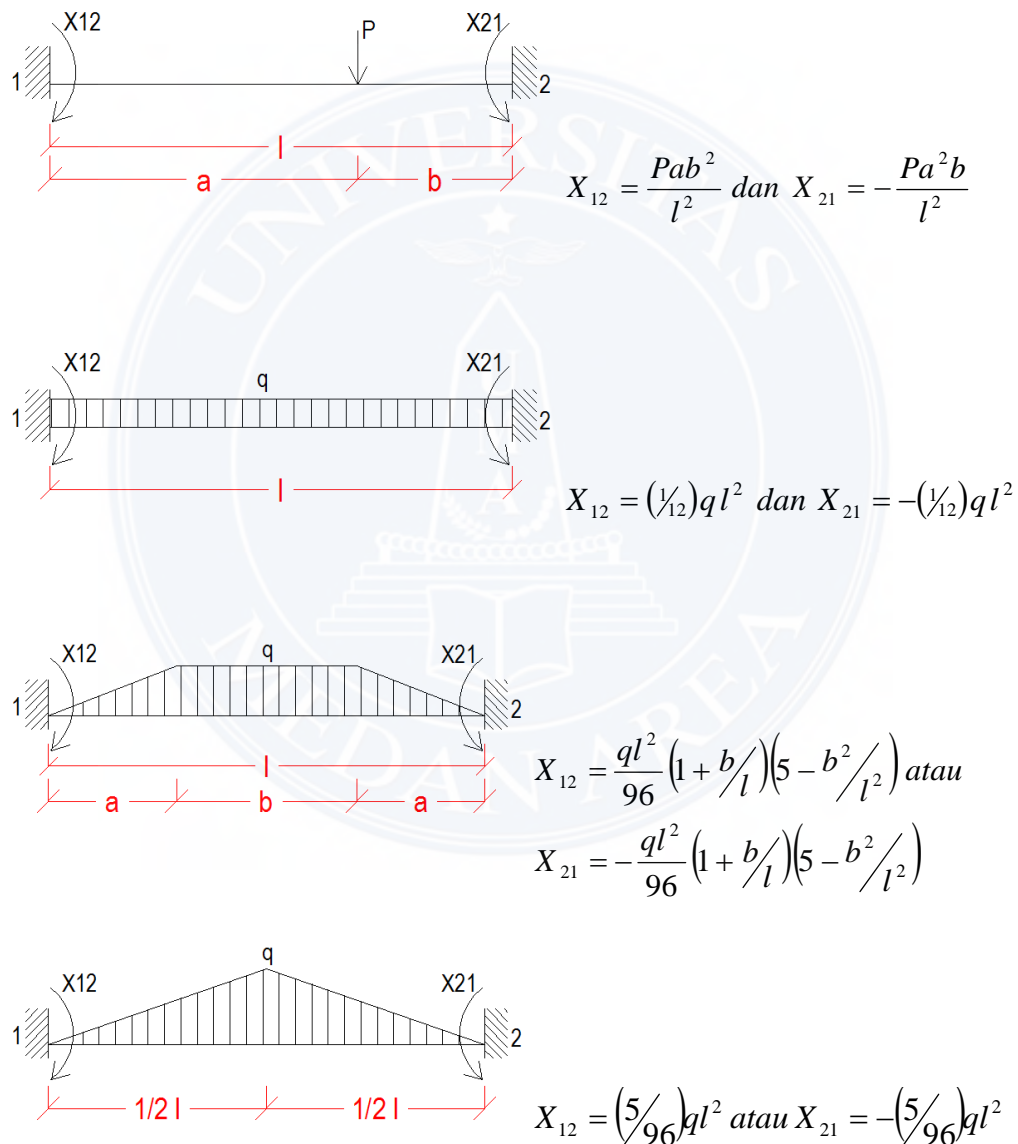
Dibawah ini dijelaskan beberapa contoh portal dalam pembagian siklus-siklus untuk melakukan metode Cross yaitu :



Gambar 2.6 Pembagian Siklus

## 2.4 Momen Primer

Momen primer dapat dikerjakan apabila muatan-muatan luar pada batang portal sudah diketahui secara keseluruhan. Momen primer dapat dikerjakan dengan menggunakan rumus dibawah ini dengan berbagai kondisi (BUKU\_TEKNIK\_SIPIL-HAL.65) yaitu :



Gambar 2.7 Momen Primer

## 2.5 SAP2000

Program SAP2000 merupakan pengembangan program SAP<sup>1</sup> yang dibuat oleh Prof. Edward L. Wilson dari University of California at Berkeley, US sekitar tahun 1970. Untuk melayani keperluan komersial dari program SAP, pada tahun 1975 dibentuk perusahaan Computer & Structure, Inc. dipimpin oleh Ashraf Habibullah, dimana perusahaan tersebut sampai saat ini masih tetap eksis dan berkembang (<http://www.esiberkeley.com>).

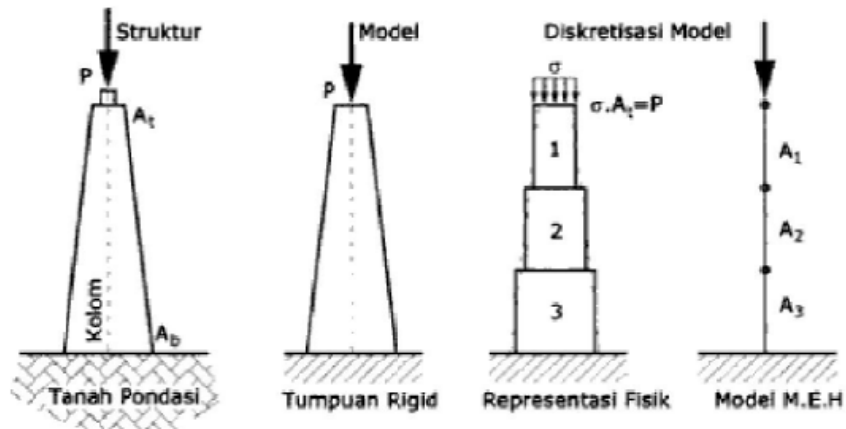
Sebagai program komputer analisa struktur yang dikembangkan cukup lama dari lingkungan universitas sehingga source code pada awalnya dapat mudah dipelajari, maka program SAP menjadi cikal bakal program-program analisa struktur lain di dunia. Dengan reputasi lebih dari 30 tahun, program SAP dikenal secara luas dalam komunitas rekayasa, khususnya di bidang teknik sipil dan secara spesifik lagi pada structural engineer.

Tahapan untuk mengerjakan sebuah struktur dengan SAP 2000 adalah menggambarkan model struktur, mendefinisikan data stuktur, menempatkan data ke model struktur, memeriksa input data, analisis struktur, melakukan desain struktur dan terakhir bila ada perubahan yaitu redesain struktur.

### 2.5.1 Analisa Struktur Berbasis Komputer

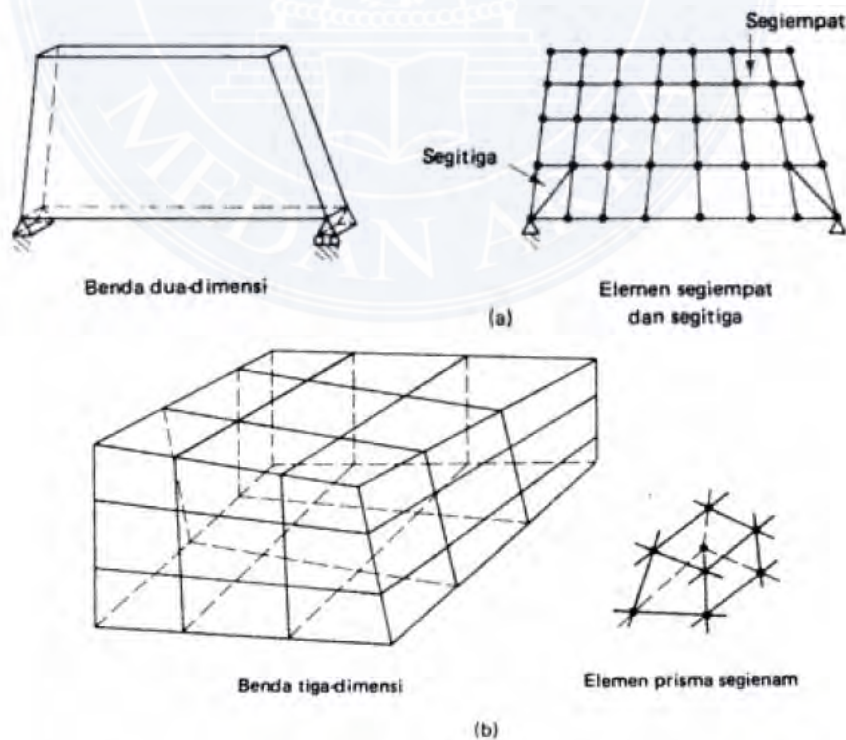
Penyelesaian dilakukan dengan membagi model menjadi element-element kecil. Adapun element ( $\neq$  elemen) adalah identik dengan 'unit pendekatan', yaitu suatu formulasi matematis dari suatu model struktur yang dianggap sebagai representasi yang paling mendekati sifat struktur real.





Gambar 2.8 Tahapan Umum dalam Pemodelan Struktur

Gambar diatas memperlihatkan proses pemodelan tiang non-prismatis dengan beban sentris. Elemen satu dimensi pada program SAP2000 adalah element frame. Dalam kenyataanya, tidak semua struktur selalu dapat dimodelkan sebagai elemen satu dimensi. Untuk kasus-kasus tertentu, diperlukan model lement dua dimensi atau bahkan tiga dimensi seperti dimabah ini.



Gambar 2.9 Pemodelan Struktur 2D dan 3D

## 2.5.2 Formulasi Element Frame dengan Metode Matrik Kekakuan

Dasar teori penyelesaian statik yang digunakan program SAP2000 adalah metode matrik kekakuan, dimana suatu persamaan keseimbangan struktur dapat ditulis dalam bentuk matrik yaitu  $[K] \{\delta\} = \{F\}$

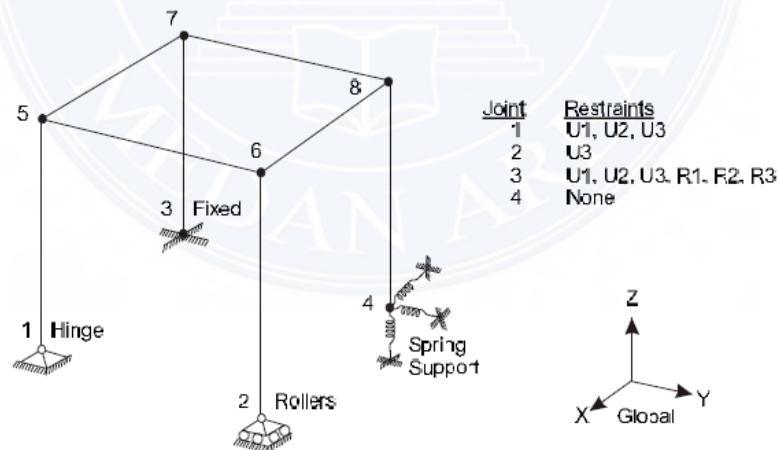
Notasi :

$[K]$  adalah matrik kekakuan yang dalam pembahasan sebelumnya dapat disebut

$\{\delta\}$  adalah vektor perpindahan atau deformasi (translasi atau rotasi) struktur

$\{F\}$  adalah vektor gaya/momen yang dapat berbentuk beban pada titik nodal bebas atau gaya reaksi tumpuan pada titik nodal yang di restraint

Penempatan restraint pada degree of freedom nodal sehingga menjadi nodal tumpuan adalah sangat penting sekali karena menentukan stabilitas struktur tersebut. Jika tidak stabil, suatu struktur tidak dapat dianalisa dan harus diubah.



Gambar 2.10 Pembagian Vektor

Nodal	Restraint
1	$\delta_x, \delta_y, \delta_z$
2	$\delta_z$
3	$\delta_x, \delta_y, \delta_z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$
4	Sebagai spring support

Tabel 2.4 Tumpuan Sebagai Nodal dengan degree of freedom Ditahan

### 2.5.3 Formulasi Portal Bidang (Plane Frame)



Gambar 2.11 Degree of Freedom Element Frame Sebagai Portal Bidang

Adapun isi matrik  $[K]$  adalah :

$$[k] = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & -X & 0 & 0 \\ 0 & Y_1 & Y_2 & 0 & -Y_1 & Y_2 \\ 0 & Y_2 & Y_3 & 0 & -Y_2 & Y_4 \\ -X & 0 & 0 & X & 0 & 0 \\ 0 & -Y_1 & -Y_2 & 0 & Y_1 & -Y_2 \\ 0 & Y_2 & Y_4 & 0 & -Y_2 & Y_3 \end{bmatrix} \begin{matrix} u_1 \\ v_1 \\ \theta_{z1} \\ u_2 \\ v_2 \\ \theta_{z2} \end{matrix}$$

dimana

$$X = \frac{AE}{L}$$

$$\phi_y = \frac{12EI_z k_y}{A_v GL^2}$$

$$Y_1 = \frac{12EI_z}{(1+\phi_y)L^3}$$

$$Y_2 = \frac{6EI_z}{(1+\phi_y)L^2}$$

$$Y_3 = \frac{(4+\phi_y)EI_z}{(1+\phi_y)L}$$

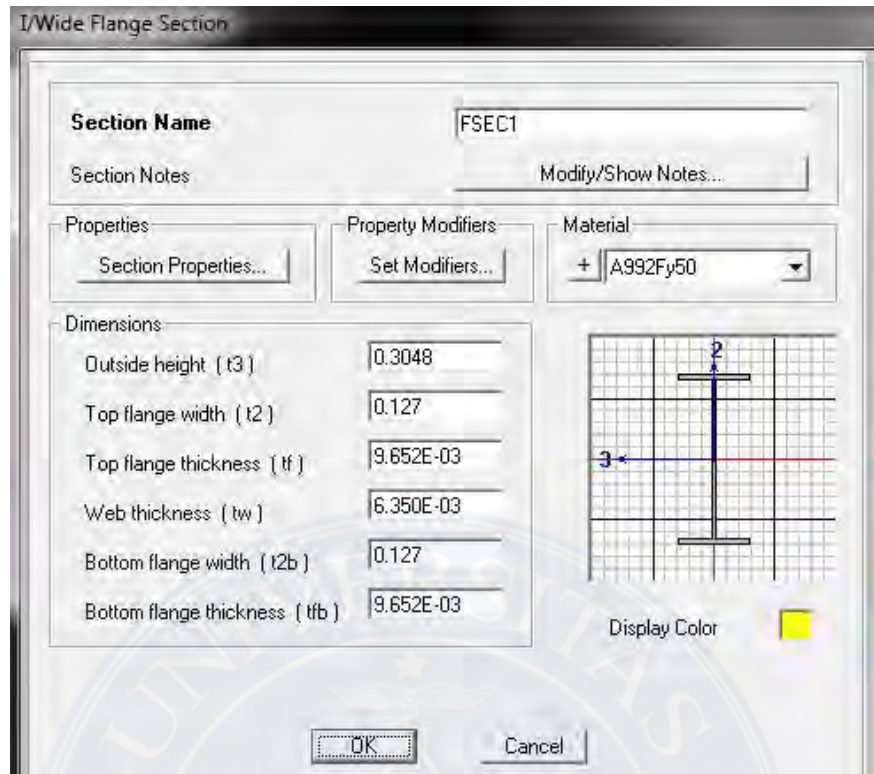
$$Y_4 = \frac{(4+\phi_y)EI_z}{(1+\phi_y)L}$$

Catatan:

Input luas penampang di SAP2000 dibedakan menjadi 3 sebagai berikut:

1. Cross section (axial) area, A (untuk deformasi aksial rangka batang)
2. Shear area in 2-direction,  $A_{v\ 1-2}$  (untuk deformasi geser bidang 1-2), digunakan untuk struktur bidang (portal 2D)
3. Shear area in 3-direction,  $A_{v\ 1-3}$  (untuk deformasi geser bidang 1-3), digunakan untuk struktur bidang (portal 3D)

Untuk melihat input data section property yang akan digunakan dalam formulasi element Frame, caranya klik menu Define – Frame Sections – Modify/Show Section, maka akan ditampilkan sifat-sifat penampang yang telah didefinisikan sebelumnya. Sedangkan untuk mendefinisikan penampang yang baru, digunakan perintah Define – Frame Sections – Add New Property (diisi dengan data penampang yang tersedia pada kotak dialog yang ada).

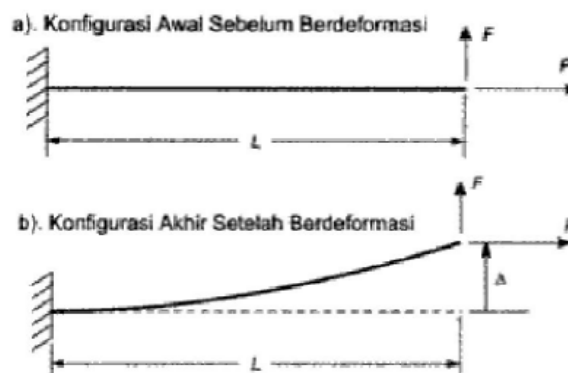


Gambar 2.12 Cara Menggunakan Perintah Modify/Show Section

#### 2.5.4 Efek P-Delta

Element frame SAP2000 telah memasukkan formulasi efek P-Delta. Jika diaktifkan, program akan memperhitungkan pengaruh beban aksial yang besar terhadap perilaku momen lentur transversal

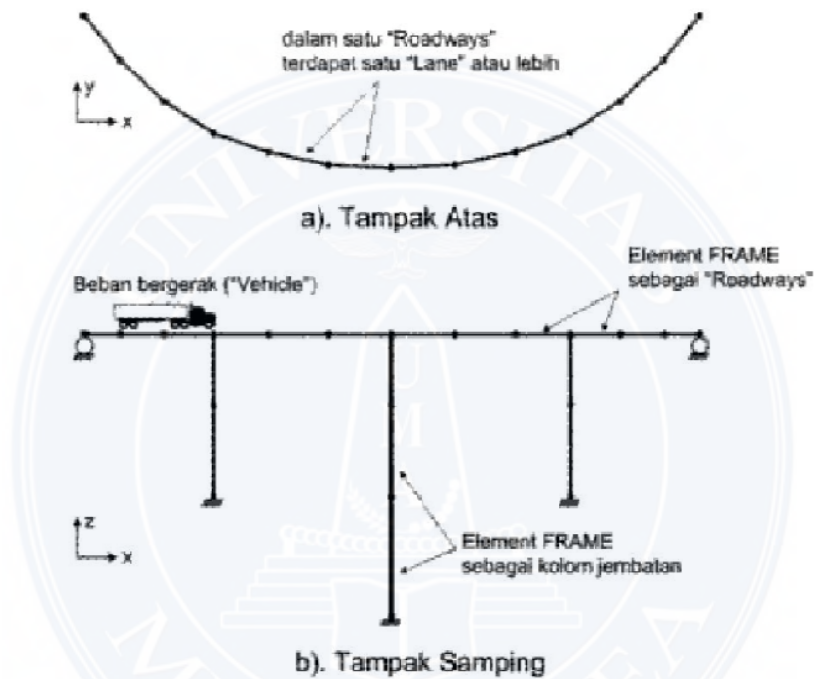
Konsep dasar dari pengaruh P-Delta digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.13 Kantilever Dibebani Gaya Aksial dan Transversal Sekaligus

### 2.5.5 Pemodelan Dengan Beban Bergerak

Pemodelan dengan beban bergerak adalah pada jembatan dan roadways. Karakteristik analisa struktur jembatan berbeda karena bebannya bergerak, juga adanya jalur jalan yang berbeda arah menyebabkan bebannya tidak sama sehingga timbul eksentrisitas, khususnya geometri jembatan yang kompleks, SAP2000 menyediakan opsi khusus untuk menyelesaikannya.



Gambar 2.14 Pemodelan Sistem Jembatan Dengan Element Frame

Beban hidup dapat ditentukan beraksi pada setiap lane yang ada atau terbatas pada lane tertentu saja. Adapun tahapan analisis dengan SAP2000 adalah:

1. Pemodelan struktur jembatan dengan element frame;
2. Menetapkan lenes / jalur tempat beban hidup bergerak (vehicle) berada;
3. Menetapkan vehicle yang digunakan dalam perencanaan jembatan;
4. Menetapkan vehicle classes (grup) yang berisi satu atau lebih vehicles yang akan beraksi bergantian pada model struktur jembatan
5. Menetapkan moving load cases yang menandai vehicle classes yang akan bekerja pada jalur jalan atau lanes dalam berbagai kombinasi
6. Menetapkan nodal dan element frame yang perlu dievaluasi terhadap moving load yang diberikan

