

## **BAB III**

### **METODE ANALISIS**

#### **3.1 Ketersediaan Data**

Data-data yang digunakan dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir secara garis besar dapat di klasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari peninjauan dan pengamatan serta data sekunder didapat dari kontraktor dan konsultan pelaksana yang bersangkutan dengan proyek pembangunan gedung balai kesehatan olahraga dan masyarakat ini.

##### **3.1.1 Data Primer**

Yaitu data yang didapat dari hasil peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan berupa letak, luas areal, kondisi lokasi, kondisi bangunan disekitar lokasi, juga denah rencana pada daerah perencanaan. Untuk letaknya bangunan ini terletak di jalan Kawalayaan Bandung, sedangkan dari kondisi lokasi nya untuk bangunan kantor sangat terjangkau kerana mudahnya akses dari manapun, untuk kondisi bangunan sekitar, bangunan ini kondisinya dekat dengan pemukiman warga dan juga dekat dengan apartemen tentunya fasilitas yang ada pada gedung kantor BKOM ini juga mampu menyediakan fasilitas yang baik dan memadai untuk masyarakat sekitar dan masyarakat penghuni apartemen.

##### **3.1.2 Data Sekunder**

Yaitu data pendukung yang dipakai dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir baik dari lapangan maupun dari hasil test laboratorium serta dari literatur – literatur yang ada. Data ini tidak dapat digunakan secara langsung sebagai sumber tetapi harus melalui proses pengolahan data untuk dapat digunakan. Data sekunder yang digunakan dalam penyusunan laporan ini yaitu:

a. Data Tanah hasil penyelidikan dan pengujian dari CV. JAYA SEKAWAN menggunakan test sondir.

b. Data Pembebanan dari PPBBI 1984, dan PMI

Berdasarkan fungsinya, data dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Data Teknis

Adalah data yang berhubungan langsung dengan perencanaan struktur Gedung BKOM ( balai kesehatan Olahraga masyarakat ) yang meliputi:

- Denah dan sistem struktur bangunan
- Data tanah berdasarkan penyelidikan tanah

b. Data Non Teknis

Adalah data penunjang dalam perencanaan, yang meliputi :

- seperti kondisi dan letak lokasi proyek
- metode analisa yang digunakan

### 3.2 Metode yang digunakan

Langkah yang dilakukan setelah mengetahui data-data yang diperlukan adalah menentukan metode pengumpulan data. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi.

#### 3.2.1 Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan cara peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan.

### 3.3 Metode Analisis Struktur Baja

Metode perhitungan yang berdasarkan keilmuan harus menjadi pedoman dalam proses pengambilan keputusan, namun tidak untuk diikuti secara keseluruhan. Kemampuan intuisi yang dirasionalkan oleh hasil – hasil perhitungan dapat menjadi dasar proses pengambilan keputusan yang baik.

Struktur optimum ditandai sebagai berikut:

- a. biaya umum
- b. bobot minimum

- c. periode konstruksi minimum
- d. kebutuhan tenaga kerja minimum
- e. biaya manufaktur minimum
- f. manfaat maksimum pada saat layanan

Kerangka perencanaan struktur adalah proses penentuan jenis struktur dan pendimensian komponen struktur demikian sehingga beban kerja dapat dipikul secara aman dan perpindahan yang terjadi dapat ditolerir oleh syarat – syarat yang berlaku.

Secara umum ada dua filosofi perhitungan yaitu filosofi perhitungan tegangan kerja – elastis ( *working stress design* ) dan filosofi perhitungan keadaan batas ( *limit state* ). Filosofi perhitungan tegangan kerja – elastis, elemen struktur harus direncanakan sedemikian rupa hingga tegangan yang terjadi / dihitung akibat beban kerja, atau servis tidak melampaui tegangan izin yang telah ditetapkan. Tegangan izin ini ditentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi untuk mendapatkan factor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas seperti tegangan leleh minimum atau tegangan tekuk ( *buckling* ).

Setiap beban yang didukung oleh suatu profil baja akan mengakibatkan tegangan yang berbeda pada profil tersebut karena tergantung dari luas penampang profil tersebut, Pada hukum Hooke tegangan adalah besarnya gaya dibagi dengan luas penampang suatu profil baja. Tegangan dihitung harus berada dalam batas elastis yaitu tegangan sebanding dengan regangan. Filosofi perhitungan keadaan batas ( *limit state* ), adalah metode yang umumnya disebut “perencanaan kekuatan batas” atau perhitungan platis dan istilah yang terbaru adalah LRFD ( *Load and Resistance Factor Design* ).

Keadaan batas adalah istilah umum yang berarti suatu keadaan pada struktur bangunan dimana bangunan tersebut tidak dapat memenuhi fungsi yang direncanakan. Keadaan batas dapat dibagi menjadi dua kategori: kekuatan ( *strength* ) dan kemampuan layan ( *serviceability* ). Keadaan batas kekuatan atau keamanan adalah kekuatan daktilitas maksimum bias disebut kekuatan platis sedangkan keadaan batas

kemampuan layan berhubungan dengan penghunian bangunan seperti lendutan, getaran, deformasi permanen, dan retak. Dalam perencanaan keadaan batas kekuatan atau batas yang berhubungan dengan keamanan dicegah dengan mengalihkan suatu factor pada pembebanan, Berbeda dengan perencanaan tegangan kerja yang meninjau keadaan pada beban kerja, peninjauan pada perencanaan keadaan batas ditunjukkan pada ragam keruntuhan (*failure mode*) atau keadaan batas dengan membandingkan keamanan pada kondisi keadaan batas.

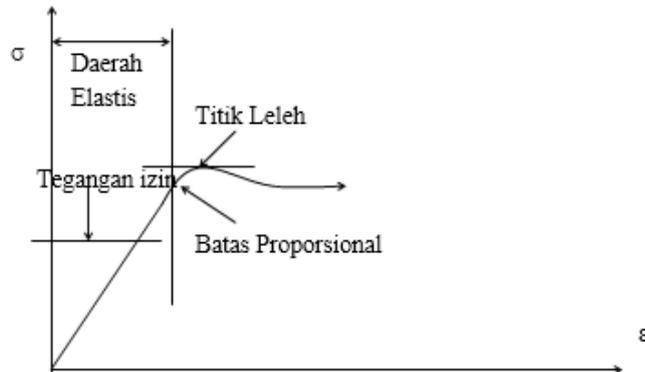
### 3.3.1 Metode Tegangan Izin atau ASD ( *Allowable Stress Design* )

Metode ASD ( *Allowable Stress Design* ) merupakan metode konvensional dalam perencanaan system struktur. Metode ini menggunakan beban servis sebagai baban yang harus dapat ditahan oleh material penampang elemen struktur. Agar struktur aman maka harus direncanakan bentuk dan kekuatan yang mampu menahan beban tersebut. Tegangan maksimum yang diizinkan terjadi pada suatu struktur saat beban servis bekerja harus lebih kecil atau sama dengan tegangan leleh ( $\sigma_y$ ). Untuk memastikan bahwa tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) maka diberikan fakrot keamanan terhadap tegangan izin yang boleh terjadi.

$$\sigma \leq \sigma = \bar{\sigma}_y / sf$$

- $\sigma$  = tegangan yang terjadi (MPa)
- $\bar{\sigma}$  = tegangan izin (MPa)
- $\sigma_y$  = tegangan leleh baja (MPa)
- $sf$  = safety factor (factor keamanan)

besar factor keamanan yang diberikan umumnya sama dengan 1,5 sehingga boleh dipastikan bahwa tegangan maksimum yang diizinkan terjadi adalah  $2/3 \sigma_y$  yang berarti juga akan terletak pada daerah elastis.



**Gambar 3.1** Diagram Faktor Keamanan

Perencanaan memakai ASD akan memberikan penampang yang lebih konvensional

- Tegangan izin untuk beban tetap

Tegangan normal yang diizinkan sama dengan tegangan dasar  $\bar{\sigma}_n = \bar{\sigma}$

Tegangan geser yang diizinkan sama dengan 0,58 kali tegangan dasar:  $\bar{\tau} = 0,58 \bar{\sigma}$

- Tegangan Izin untuk beban sementara

Tegangan dasar izin:  $\bar{\sigma}_{sem} = 1,30 \bar{\sigma}$  atau tegangan normal izin:  $\bar{\sigma}_n = 1,30 \bar{\sigma}$

Untuk elemen baja yang mengalami kombinasi tegangan normal dan tegangan geser maka tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan dasar  $\bar{\sigma}_i \leq$ .

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \bar{\sigma}$$

Digunakan rumus *Huber Henky*:

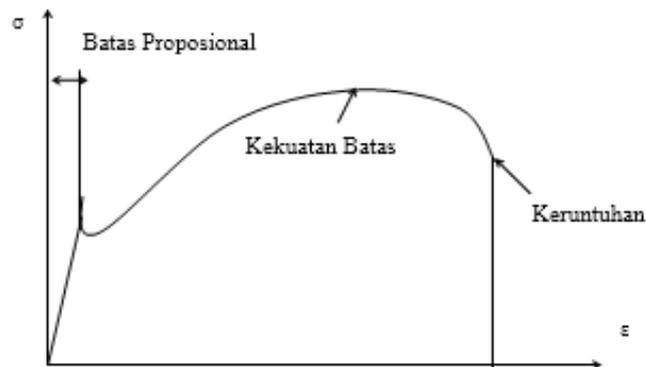
Harga tegangan dasar baja tergantung dari jenis baja misalnya B<sub>j</sub> 34 (Fe310), B<sub>j</sub> 37 (Fe 360), B<sub>j</sub> 44 (Fe430), dan Baja 52 (Fe510) dapat dilihat dari table SNI 03 – 1729 – 2002. Di dalam perencanaan struktur baja tegangan yang timbul tidak boleh melebihi tegangan izin dari setiap elemen baja yang digunakan karena tegangan izin tersebut berkaitan

dengan regangan dari suatu jenis baja. Maka dari itu untuk baja bangunan hendaknya dipakai konstanta modulus elastisitas ( $E$ ) = 2.100.000 kg/cm<sup>2</sup>. Tegangan izin dari bahan baja juga dipengaruhi jenis pembebanan yaitu beban tetap dan beban sementara. Untuk pembebanan sementara tegangan dasarnya dinaikan sebesar 30%. Harga – harga yang tercantum dalam table tersebut adalah untuk elemen – elemen yang tebalnya kurang dari 40 mm, Sedangkan untuk elemen – elemen yang tebalnya lebih dari 40 mm, tetapi kurang dari 100 mm maka harga – harga harus dikurangi 10%.

( *Struktur Baja II, Dr.Ir.Djamal Muhammad Abdat, MT.* )

### 3.3.2 Metode LRFD ( *Load and Resistance Factor Design* )

Metode LRFD ( *Load and Resistance Factor Design* ) lebih memen-tingkan perilaku bahan atau penampang pada saat terjadinya keruntuhan seperti diketahui bahwa suatu bahan (khususnya baja) tidak akan segera runtuh ketika tegangan yang terjadi melebihi tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) namun akan terjadi regangan plastis pada bahan tersebut.



**Gambar 3.2** Diagram Tegangan dan Regangan

Apabila tegangan yang terjadi sudah sangat besar maka akan terjadi *strain hardening* yang mengakibatkan terjadinya peningkatan tegangan sampai ke tegangan runtuh / tegangan ultimate ( $\sigma_u$ ) pada saat tegangan ultimate dilampaui maka akan terjadi keruntuhan bahan. Metode LRFD umumnya menggunakan perhitungan dengan menggunakan tegangan ultimate ( $\sigma_u$ ) menjadi tegangan izin, namun tidak semua perhitungan metode LRFD menggunakan tegangan ultimate ( $\sigma_u$ ), ada juga perhitungan yang

menggunakan tegangan leleh ( $\sigma_y$ ) terutama pada saat menghitung deformasi struktur yang mengakibatkan ketidakstabilan struktur tersebut.

Metode LRFD menggunakan beban terfaktor sebagai beban maksimum pada saat terjadi keruntuhan. Beban servis akan dikalikan dengan factor amplikasi yang tentunya lebih besar dari satu dan selanjutnya akan menjadi beban terfaktor. Selain itu kekuatan nominal (kekuatan yang dapat ditahan bahan) akan diberikan factor resistensi juga sebagai factor reduksi akibat dari ketidak sempurnanya pelaksanaan di lapangan/pabrik.

$$\phi R_n \leq \mu Q$$

$\phi$  = factor resistansi ( factor reduksi kekuatan ) atau factor tahanan  
 $R_n$  = kuat nomilan material penampang (kN)  
 $\mu$  = factor beban (Load factor)  
 $Q$  = beban servis (layan) (kN)

Besaran factor resistansi berbeda – beda untuk setiap perhitungan kekuatan yang ditinjau, misalnya: untk kekuatan tarik digunakan factor reduksi 0,9 dan untuk kekuatan tekan digunakan factor reduksi 0,75. Dapat dilihat bahwa untuk penampang yang sama hasil kekuatan nominal yang akan didapat dari metode LRFD akan lebih tinggi dari metode ASD.

### 3.3.3 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan beban beban seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban – beban khusus lainnya maka struktur baja menurut SNI 03 – 1729 – 2002 disebutkan bahwa struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan dibawah ini:

$$1,4D \quad (a)$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5 (La \text{ atau } H) \quad (b)$$

$$1,2D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8 W) \quad (c)$$

$$1,2D + 1,3 W + \gamma_L L + 0,5 (La \text{ atau } H) \quad (d)$$

$$1,2D \pm 1,0E + \gamma_L L \quad (e)$$

$$0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E) \quad (f)$$

Keterangan:

- D = adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, partisi tetao, tangga, dan peralatan layan tetap.
- L = adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain – lain.
- La = adalah beban hidup 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
- W = adalah beban angin
- E = adalah beban gempa yang ditentukan menurut SNI 03 – 1726 – 1989, atau penggantinya.

Dengan,

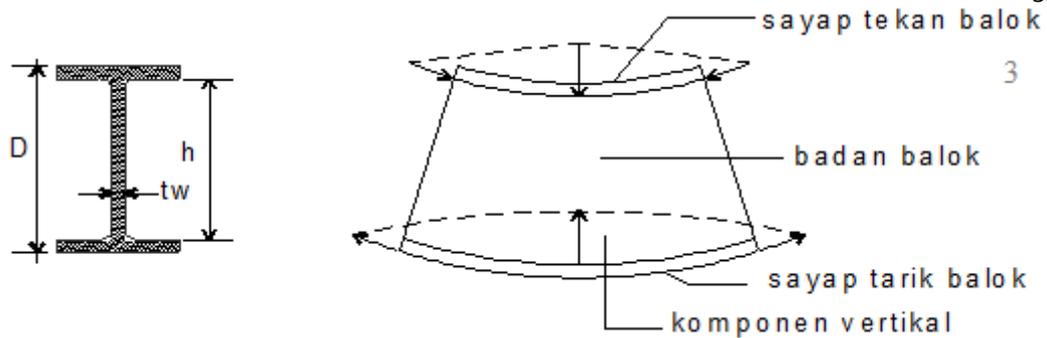
$$\gamma_L = 0,5 \text{ bila } L < 5 \text{ kPa, dan } \gamma_L = 1 \text{ bila } L \geq 5 \text{ kPa.}$$

Kecuali:

Faktor beban untuk  $L$  di dalam kombinasi pembebanan pada persamaan (c), (d) dan (e) harus sama dengan 1,0 untuk garasi parker, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum, dan semua daerah di mana beban hidup lebih besar daripada 5 kPa.

### 3.4 Perhitungan Balok (Struktur Lentur)

Balok adalah bagian dari struktur bangunan yang menerima beban tegak lurus sumbu memanjang batang. Komponen struktur lentur adalah komponen struktur yang menggabungkan batang tarik dan batang tekandengan suatu separasi, besar separasi tersebut dapat bersifat tetap berubah sebagai fungsi dari posisi. Untuk penampang komponen struktur lentur yang memiliki satu sumbu simetri atau lebih dan terbebas dari semua jenis tekuk serta dibebani pada pusat gesernya, tegangan lentur dapat ditentukan dengan cara berikut ini,



$$\sigma = \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \qquad \sigma = \frac{M_x \cdot c_y}{I_x} + \frac{M_y \cdot c_x}{I_y}$$

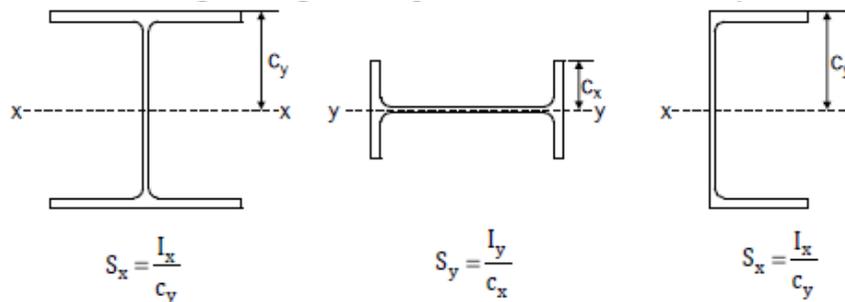
**Gambar 3.3** Tegangan Lentur Balok

Dimana:

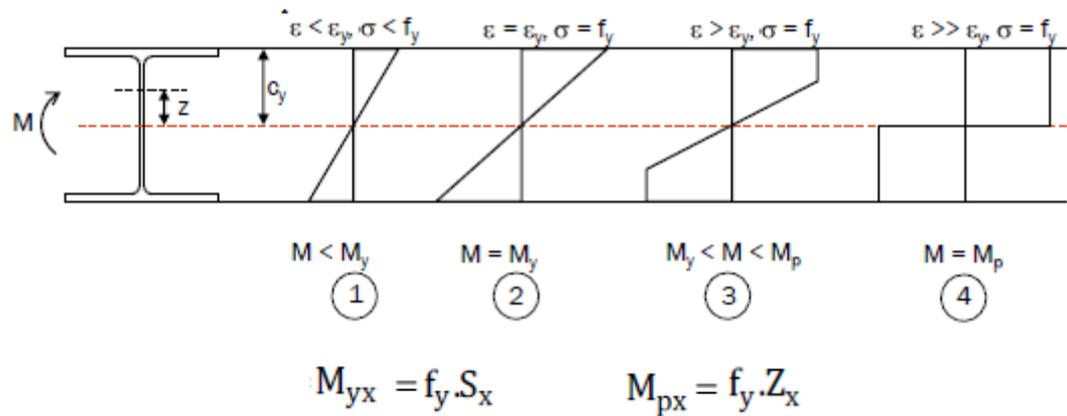
$S_x, S_y$  : Modulus penampang masing – masing terhadap sumbu –x dan sumbu –y

$I_x, I_y$  : Momen inersia masing – masing terhadap sumbu –x dan sumbu –y

$c_x, c_y$  : Jarak dari garis lateral terhadap serat – serat ekstrim masing – masing terhadap sumbu –x dan sumbu –y



Penampang balok menahan beban kombinasi dari gaya geser dan momen lentur, Fungsi utama dari sayap atas dan bawah balok baja adalah untuk menahan gaya aksial tekan dan tarik yang timbul dari bekerjanya momen lentur. Fungsi utama dari pelat badan adalah untuk menahan gaya geser



**Gambar 3.4** Gambar gaya axial dan tarik pada Balok

Dengan faktor penampang:

$$\eta_x = \frac{M_{px}}{M_{yx}} \text{ adalah: } \eta_x = \frac{M_p}{M_y} = \frac{Z_x}{S_x}$$

Pada batas elastis (kondisi 2), Momen yang terjadi disebut momen leleh ( $M_y$ ), Pada batas plastis (kondisi 4), Momen yang terjadi disebut momen plastis.

Untuk penampang persegi panjang:

$$S_x : 1/6 b h^2$$

$$Z_x : 1/4 b h^2$$

Faktor bentuk penampang persegi panjang = 1,5

### 3.4.1 Sendi Plastis

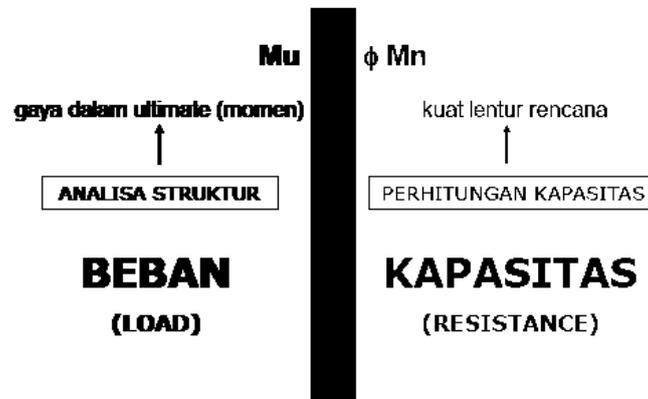
Bila tahanan lentur plastis penampang telah tercapai maka penampang balok tersebut akan berdeformasi secara plastis tanpa akan memberikan tambahan tahanan lentur, Kadaan ini disebut balok telah membentuk sendi plastis. Diagram momen kelengkungan ( $M - \Phi$ ) dari suatu penampang balok yang telah mengalami plastifikasi adalah:

## Sendi Plastis



Gambar 3.5 Grafik Tegangan pada Sendi Plastis

Agar suatu penampang dapat mencapai  $\Phi_u$ , maka harus dipenuhi tiga persyaratan yaitu kekangan lateral balok,  $b/t$  pada *flens* tekan, dan  $h_w/t_w$ .



### 3.5 Perhitungan Dimensi Kolom

Dalam menghitung dimensi kolom perlu di kontrol terhadap banyaknya tekuk, beban kritis, faktor keamanan dan panjang tekuk selain itu perlu juga dikontrol terhadap kombinasi pembebanan momen dan gaya aksial. Pada suatu batang yang menerima gaya tekan sebelum hancur terlebih dahulu akan menekuk. Jadi sebelum sampai pada tegangan hancur akan timbul tegangan tekuk. Untuk suatu konstruksi selain harus

memenuhi persyaratan terhadap kekuatan juga harus memenuhi persyaratan terhadap kekakuan. Tekuk dari bagian – bagian konstruksi yang memikul tekanan harus memenuhi persyaratan yang diizinkan.

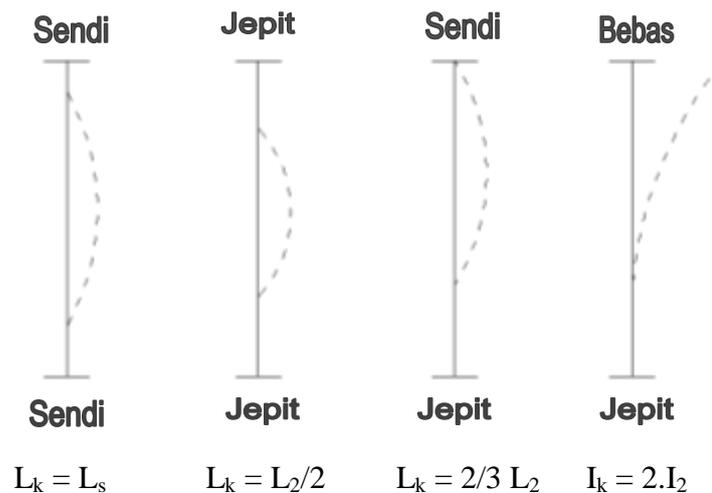
$$\bar{\sigma}_k \leq \bar{\sigma} \rightarrow \bar{\sigma}_k = \text{Tegangan tekuk yang diizinkan}$$

$\sigma$  = Tegangan yang diizinkan

$$\text{Euler; } P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_k^2}$$

Dimana:

- $P_x$  : gaya tekuk
- $E$  : modulus elastisitas ( $2,10 \cdot 10^6$ ) kg/cm<sup>2</sup>
- $I$  : momen inersia
- $L_k$  : panjang tekuk



**Gambar 3.6** Tegangan Tekuk Kolom pada Macam Perletakan

$L_k$  = panjang tekuk

$L_s$  = panjang sistim (panjang batang semula)

Tegangan tekuk yang diizinkan:

$$\bar{\sigma}_k = \frac{P_k}{\gamma F} = \frac{\pi^2 EI}{F \gamma L^2 k} = \frac{\pi^2 E i^2}{\lambda L^2 k} \Rightarrow \frac{I}{F} = i^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

$i$  = jari jari inersia

$$L / I = \lambda$$

untuk lebih mudahnya terlebih dahulu dicari:

$$\lambda = Lk / i \text{ min dari table didapat } \omega$$

$$\text{besarnya } \sigma_k = \sigma / \omega$$

$$\text{Tegangan tekan } \sigma = \frac{P}{F} \leq \bar{\sigma}_k$$

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \frac{\bar{\sigma}}{\omega}$$

Jadi :

$$\sigma = \frac{\omega \cdot P}{F} \leq \bar{\sigma}$$

$$\text{Dimana : } F = F_{\text{bruto}}$$

Penampang yang menahan gaya tekan:

$$F_{\text{bruto}} = F_{\text{total}} = s.b$$

Karena paku atau baut ikut menahan.

Tergantung dari besarnya gaya yang harus ditahan / dipikul dan bentuk profil yang dikehendaki. Profil tunggal dari batang tekan lebih menguntungkan dari pada profil rangkap, karena tidak perlu memasang pelat kopel.

Tegangan – tegangan maksimum akan terjadi ditempat terjauh dari garis netral. Pada elastis desain kemampuan suatu batang untuk memikul beban luar adalah apabila tegangan maksimum yang terjadi sudah mencapai *yield stress*, sehingga didapat persamaan:

$$\frac{P}{F} + \frac{M}{W} = I = \sigma_y \text{ atau } \frac{P}{F \cdot \sigma_y} + \frac{M}{W \cdot \sigma_y} = I$$

$F \cdot \sigma_y$  : adalah gaya aksial maksimum yang dapat dipikul oleh suatu penampang bila tidak ada bending disingkat  $P_0$ .

$W \cdot \sigma_y$  : adalah bending momen maksimum yang dapat dipikul oleh suatu penampang bila tidak ada gaya aksial disingkat menjadi

Mo. Dengan demikian, persamaan diatas dapat ditulis dengan:

$$\frac{P}{P_o} + \frac{M}{M_o} = 1$$

Po = gaya tekan maksimum yang dapat dipikul oleh batang jika tidak ada bending momen.

Dimana:

$$P_o = \frac{\sigma_{cr}}{f} \cdot F$$

f = safety factor yang besarnya adalah:  
untuk kolom yang menekuk secara inelastic ( $\lambda, \lambda_c$ )

$$f = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left( \frac{\lambda}{\lambda_c} \right) - \frac{1}{8} \left( \frac{\lambda}{\lambda_c} \right)^2$$

Untuk kolom yang pendek harga faktor keamanan  $f$  ini mendekati basic safety factor untuk batang Tarik yaitu 1,5 sedangkan factor keamanan yang dipakai untuk daerah elastisitas ( $\lambda, \lambda_c$ ). Mo=gaya maksimum yang dapat dipikul oleh batang apabila tidak terdapat gaya aksial.

$$M_o = \frac{\sigma \cdot y}{f} \cdot w$$

Dimana  $f$  adalah basic safety factor, dan M adalah momen maksimum yang terjadi pada batang.

Dalam prakteknya, terutama pada bangunan – bangunan gedung kita temui momen – momen yang tidak sama besarnya di kedua ujung batangnya, kadangkala – kadang tandanya juga berbeda – beda. Untuk hal tersebut menurut “*Massonet*”, momen dapat dihitung besarnya sebagai berikut:

$$M_{eq} = \sqrt{0,3M_1^2 + 0,3M_2^2 + 0,4M_1 \cdot M_2}$$

Dimana:

$M_{eq}$  = momen equivalent

M1 dan M2 = adalah momen – momen ujung yang tandanya sama

apabila menyebabkan lentur ke arah yang berlawanan. Momen maksimum yang terjadi pada kolom adalah:

$$M = M_{eq} \left( \frac{I}{I - P e} \right)$$

Dimana:

$P_e$  = elastis buckling load atau beban kritis pada daerah elastis. Jika momen yang dihitung pada persamaan diatas lebih kecil dari pada  $M_1$  ( misalnya  $M_1 > M_2$  ) maka sebagai momen maksimum dari kolom adalah:  $M = M_1$ .

### 3.6 Perhitungan Sambungan Titik Simpul

Sesuai dengan alat yang akan digunakan untuk menyambung, maka sambungan untuk baja terdiri dari sambungan baut, oaku keeling, dan las lumer. Pada pembangunan strutur baja di gedung BKOM ini menggunakan sambungan baut, sambungan yang di mulai dari pondasi ke kolom, dan kolom ke balok. Sambungan ini menggunakan baut dengan ukuran yang berbeda – beda sesuai fungsi dan kekuatan yang telah dihitung.

#### 3.6.1 Sambungan Baut

Karena pada baut terdapat ulir yang menahan geser dan tumpu hanya diperhitungkan bagian gayanya. Untuk mempermudah perhitungan dapat diperhitungkan pada penentuan besarnya tegangan geser dan tumpu yang diijinkan.

$$\bar{\tau} = 0,6 \cdot \bar{\sigma}$$

$$\bar{\sigma}_{tp} = 1,2 \text{ sampai } 1,5 \bar{\sigma}$$

Dimana:

$\bar{\tau}$  = tegangan geser ijin

$\bar{\sigma}_{tp}$  = tegangan tumpu ijin

$\bar{\sigma}$  = tegangan ijin baja ( tergantung pada jenis baja yang dipakai)

Akibat pembebanan(Tarik/tekan) pada baut bekerja gaya dalam yang berupa gaya geser dan gaya normal. Gaya geser menimbulkan tegangan geser pada baut sedangkan gaya normal menimbulkan tegangan tumpu pada baut. Untuk

perhitungan sambungan dengan menggunakan baut perlu diketahui besarnya gaya pikul untuk satu baut terhadap geser dan tumpu.

$$F_{gs} = 1/4 \pi d^2$$

Dimana:

$F_{gs}$  = luas bidang geser

$d$  = diameter baut

$F_{tp} = d \cdot S_{min}$

Dimana:

$F_{tp}$  = luas bidang tumpu

$d$  = diameter baut

$S_{min}$  = tebal plat minimum

Jika  $S1 < S2$ , maka  $S1 = S_{min}$

$$\tau = \frac{P}{F_{gs}} \leq \bar{\tau}$$

$$P = F_{gs} \cdot \tau$$

$$\tau = \frac{P}{F_{gs}} \leq \bar{\tau} \quad \text{Jadi} \quad N_{gs} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \bar{\tau}$$

$N_{gs}$  adalah daya pikul satu baut terhadap gaya geser.

$$\sigma_{tp} = \frac{P}{F_{tp}} \rightarrow P = F_{tp} \cdot \sigma_{tp}$$

$$N_{tp} = F_{tp} \cdot \bar{\sigma}_{tp} \rightarrow N_{tp} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \bar{\sigma}_{tp}$$

$N_{tp}$  = daya pikul baut terhadap tumpu.

Untuk daya pikul baut terhadap geser perlu dilihat bentuk sambungannya jadi baut hanya dilalui 1 jalur gaya. Ini dinamakan sambungan tunggal.

Single shear:

$$F_{tp} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2$$

Sambungan double shear:

$$F_{gs} = 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot d^2$$

### 3.7 Analisis Gaya – gaya Batang

Dalam perhitungan akan dicari gaya – gaya batang pada konstruksi balok, Gaya – gaya batang ini akan dihitung dengan menggunakan cara grafis dan analitis. Statit tertentu keluar dalam tumpu pada perletakan sendi dan rol. Untuk konstruksi statis tertentu dikontrol dengan cara:

$$\begin{aligned} \text{Statis tertentu keluar: } \quad \sum M &= 0 \\ &\sum H = 0 \\ &\sum V = 0 \end{aligned}$$

Statis tertentu kedalam:

$$n = 2s - 3$$

n= jumlah batang

s= jumlah titik simpul

Untuk mencari gaya batang pada konstruksi kuda- kuda dipakai cara sap atau biasa disebut cara grafis.

Ada beberapa asumsi yang diambil dalam penyelesaian konstruksi rangka batang terutama untuk mencari besarnya gaya batang, yaitu sebagai berikut:

- a. Titik simpul dianggap sebagai sendi ( $M=U$ )
- b. Tiap batang hanya memikul gaya normal (*axial*) Tarik atau tekan.
- c. Beban dianggap bekerja pada titik simpul.
  - Beban mati (b.s) dianggap bekerja vertical pada tiap – tiap titik simpul batang tepi atas.
- d. Gaya batang tekan arahnya mendekati titik simpul dan gaya batang Tarik arahnya menjauhi titik simpul.

#### 3.7.1 Dimensionering Batang

Sesuai dengan gaya batang yang harus dipikul maka batang didimensi terhadap gaya Tarik, gaya tekan, dan momen lentur. Batang yang memikul gaya Tarik dinamakan batang Tarik dan batang yang memikul gaya tekan dinamakan batang tekan. Gaya Tarik dan tekan dianggap bekerja pada

garis netral dari batang, Batang yang memikul momen lentur dinamakan balok.

### 3.8 Perhitungan Dimensi Batang Tarik

Dalam menghitung dimensi batang Tarik harus diperhatikan adanya pengaruh perlemahan akibat pemasangan alat – alat penyambung seperti perlemahan akibat pembuatan lubang untuk baut.

Penampang yang menahan tarikan adalah penampang bruto dikurang lubang perlemahan.

$$\begin{aligned} F_{\text{bruto}} &= t.h \\ \Delta F = d'.t &= \text{penampang perlemahan} \\ d' &= \text{diameter lubang} = \text{diameter baut} + 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_{\text{netto}} = F_{\text{bruto}} - \Delta F$$

$$\text{Rumus umum: } F_n = F_{br} - n. \Delta F$$

$F_n$  = luas penampang netto

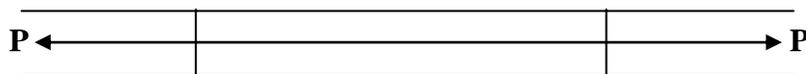
$F_{br}$  = luas penampang bruto

$n$  = jumlah lubang perlemahan

$\Delta F$  = luas penampang perlemahan

Tegangan Tarik:

$$\sigma = \frac{P}{F_n} \leq \bar{\sigma}$$

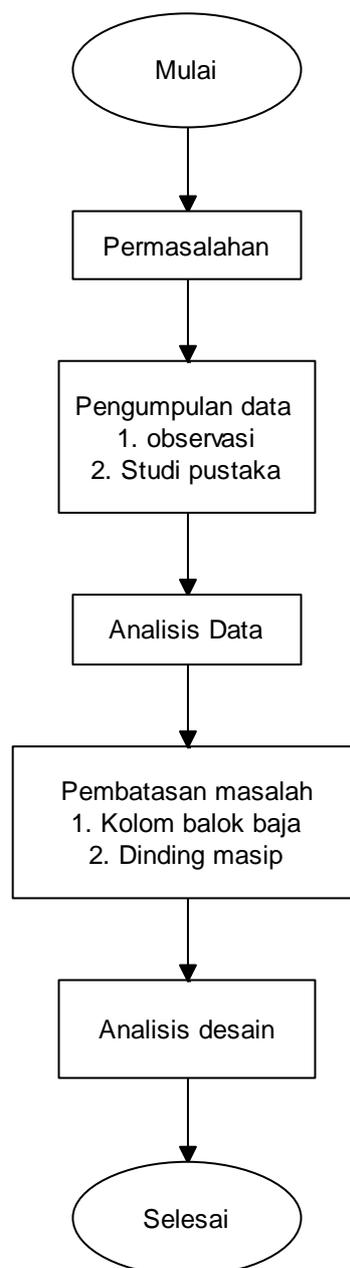


Terdapat dua perlemahan jadi  $n = 2$

$$n' = 1 + \varepsilon \left( 1 - \frac{e_1^2}{4.e.d_2^1} \right)$$

### 3.9 Metode analisis

Diagram alir analisis gedung kantor balai kesehatan olahraga masyarakat BKOM Bandung jl. Kawalayaan :



**Gambar 3.7** Diagram Alir Analisis Gedung Kantor Balai Kesehatan Olahraga  
Masyarakat