

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan umum**

Perencanaan merupakan bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Perencanaan suatu konstruksi harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan, yaitu :

a. Kuat (kokoh)

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

b. Ekonomis

Setiap konstruksi yang dibangun harus semurah mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.

c. Artistik (Estetika)

Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek keindahan, tata letak dan bentuk sehingga orang-orang yang menempatinnya akan merasa aman dan nyaman.

#### **2.2 Ruang lingkup perencanaan**

Ruang lingkup perencanaan bangunan gedung perpustakaan UIN jakabaring Palembang ini meliputi beberapa tahapan yaitu, antara lain :

##### **2.2.1 Tahapan perencanaan (desain) konstruksi :**

Perencanaan sebuah konstruksi merupakan sebuah sistem yang sebaiknya dilakukan dengan tahapan-tahapan tertentu agar konstruksi yang dihasilkan sesuai tujuan yang ingin dicapai. Adapun tahapan-tahapan yang dimaksud adalah :

1. Tahap pra perencanaan (preliminary design)

Pada tahap ini ahli struktur harus mampu membantu arsitek untuk memilih komponen-komponen struktur penting, baik dimensi maupun posisinya. Pada pertemuan pertama biasanya arsitek akan datang membawa informasi mengenai :

- a. Sketsa denah, tampak dan potongan-potongan.
- b. Penjelasan dari fungsi setiap lantai dan ruangan.
- c. Konsep awal dari sistem komponen vertikal dan horizontal dengan informasi mengenai luas tipikal dari lantai gedung dan informasi awal mengenai rencana pengaturan denah lantai tipikal, daerah entrance, function room ruang tangga dan lain-lain.
- d. Rencana dari komponen-komponen non-struktural, misalnya dinding arsitektural yang berfungsi sebagai partisi.

2. Tahap Perencanaan, meliputi :

a. Perencanaan arsitektur bangunan

Dalam perencanaan arsitektur bangunan ini. Seorang perencana belum memperhitungkan kekuatan bangunan sepenuhnya. Dalam perencanaan arsitektur ini. Perencana merealisasikan keinginan-keinginan dari pemilik bangunan sesuai dengan desain yang dinginkannya

b. Perencanaan struktur (kontruksi) bangunan

Dalam perencanaan struktur ini, perencana mulai menghitung komponen-komponen struktur berdasarkan dari bentuk arsitektural yang telah didapat. Perencana mulai mendimensi serta menyesuaikan komponen-komponen struktur tersebut agar memenuhi syarat-syarat konstruksi yang aman, kuat dan nyaman untuk ditempati namun masih berdasarkan prinsip-prinsip yang ekonomis.

Struktur adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu menerima beban luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Ada dua struktur pendukung bangunan yaitu :

1. Struktur bangunan atas ( *Upper structure* )

Struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunanya. Untuk itu, bahan bangunan yang

nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Tahan api
- Kuat
- Mudah diperoleh. Dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi
- Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama
- Ekonomis dan perawatan yang relative mudah

Dari kriteria-kriteria yang tersebut di atas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang perhitungan perencanaan untuk bangun struktur atas, meliputi :

- a. Perhitungan Rangka Atap
- b. Perhitungan Plat Lantai
- c. Perhitungan Tangga
- d. Perhitungan Portal Beban Mati hidup dan Angin (Balok & Kolom)
- e. Perhitungan Balok
- f. Perhitungan Kolom

## 2. Struktur bangunan bawah (*sub structure*)

Struktur bangunan bawah merupakan system pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya.

Perhitungan perencanaan struktur bawah (*sub structure*) ini, meliputi :

- a. Perhitungan sloof
- b. Perhitungan pondasi

### **2.2.2 Dasar – dasar perhitungan**

Pada penyelesaian perhitungan bangunan perencanaan berpedoman kepada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya adalah :

1. Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013
2. SNI 1727 : 2013 Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung dan Bangunan lain

### 3. SNI 1729 : 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

Suatu struktur bangunan gedung juga harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan, adapun jenis pembebanan antara lain :

#### 1. Beban mati

Beban mati adalah beban gravitasi yang berasal dari berat semua komponen gedung atau bangunan yang bersifat permanen selama masa layan struktur tersebut. Termasuk pula kedalam jenis beban mati adalah unsur-unsur tambahan, mesin serta peralatan tetap yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Beban mati dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

Bahan Bangunan			
No	Material	Berat (kg/cm <sup>3</sup> )	Keterangan
1	Baja	7850	
2	Beton	2200	
3	Beton Bertulang	2400	
4	Kayu	1000	Kelas I
Komponen Gedung			
No	Material	Berat (kg/cm <sup>2</sup> )	Keterangan
1	Adukan, per cm tebal: - Dari semen - Dari kapur, Semen Merah	21 17	
2	Dinding padangan batamerah : - Satu batu - Setengah batu	450 250	
3	Langit-langit & dinding, terdiri : - Semen asbes (eternit), tb. Maks 4 mm - Kaca, tb. 3-5 mm	11 10	termasuk rusuk-rusuk, tanpa pengantung atau pengaku.
4	Penutup lantai ubin /cm tebal	24	Ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan

(Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung, 1983:11-12)

## 2. Beban hidup

Beban hidup termasuk kedalam kategori beban gravitasi, yaitu jenis beban yang timbul akibat penggunaan suatu gedung selama masa layan suatu gedung tersebut. Beban manusia, peralatan yang dapat dipindahkan. Contoh beban hidup berdasarkan fungsi suatu bangunan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Kegunaan bangunan	Berat
Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana	$125 \text{ kg/m}^2$
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, rumah sakit	$250 \text{ kg/m}^2$
Lantai ruang olahraga	$400 \text{ kg/m}^2$
Lantai pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang mesin dan lain-lain	$400 \text{ kg/m}^2$
Lantai gedung parkir bertingkat, untuk lantai bawah	$800 \text{ kg/m}^2$

(Sumber: Perancangan Struktur Beton Bertulang, 6)

## 3. Beban angin

Beban angin didistribusikan merata pada kolom yang berada di dinding terluar bangunan. Beban angin bangunan gedung yang termasuk sebagai Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) direncanakan sesuai dengan aturan pada SNI 1727-2013 Hal 51 s/d 68 sebagaimana berikut :

- Menentukan kecepatan angin dasar
- Menentukan parameter beban angin
  - a. Faktor arah angin,  $k_d$
  - b. Kategori eksposur :  $B$
  - c. Faktor topografi,  $K_{zt}$
  - d. Faktor efek tiupan angin,  $G$
  - e. Klasifikasi tekanan internal,  $G_{CPI}$
  - f. Menentukan Arah Angin (Sumber : SNI 1727 – 2013 ,57 61,68)

## 2.3 Metode perhitungan

Pada penyelesaian perhitungan untuk bangunan gedung perpustakaan UIN jakabaring, penulis mengambil acuan pada referensi yang berisi mengenai peraturan dan tata cara perencanaan bangunan gedung, seperti berikut :

### 2.3.1 Perencanaan Rangka Atap

Rangka atap adalah suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga berat sendirinya dan sekaligus dapat memberikan bentuk pada atapnya. Pada dasarnya konstruksi kuda-kuda terdiri dari rangkaian batang yang senantiasa membentuk segitiga.

#### 1. Pembebanan

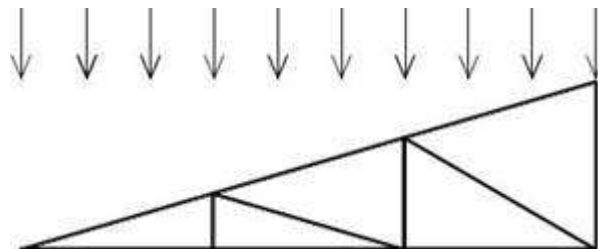
Adapun beberapa pembebanan-pembebanan yang bekerja pada rangka atap antara lain :

##### a. Beban Mati ( $q_D$ )

Beban mati adalah beban dari semua bagian atap yang tidak bergerak, beban-beban tersebut meliputi :

- Beban sendiri kuda-kuda
- Berat penutup atap
- Berat gording

Beban mati yang bekerja pada rangka atap dapat digambarkan seperti gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Beban Mati Rangka Atap

##### b. Beban Hidup ( $q_L$ )

Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat pengerjaan maupun akibat penggunaan gedung itu sendiri, termasuk didalamnya berupa :

- Beban pekerja

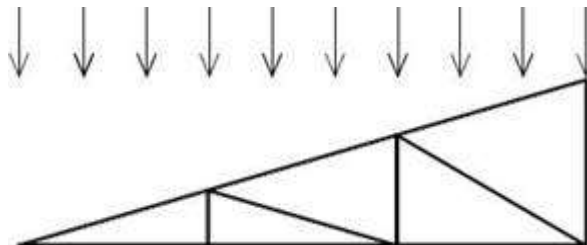
Beban terpusat merupakan beban dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar 100kg. (PPIUG 1983)

- Beban air hujan

$$(q_H) = (40 - 0,8\alpha) \text{ kg/m}^2$$

Dimana,  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20  $\text{kg/m}^2$  dan tidak perlu ditinjau apabila kemiringan atapnya lebih besar dari 50° (PPIUG 1983)

Beban hidup yang bekerja pada rangka atap dapat digambarkan seperti gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Beban Hidup Rangka Atap

- c. Beban angin ( $w$ )

$$Q_w = \text{Koef. Angin} \times W \times I_g$$

$$\text{Koefisien angin tekan} = (0,02\alpha - 0,4) \text{ (PPIUG 1983)}$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = 0,4 \text{ (PPIUG 1983)}$$

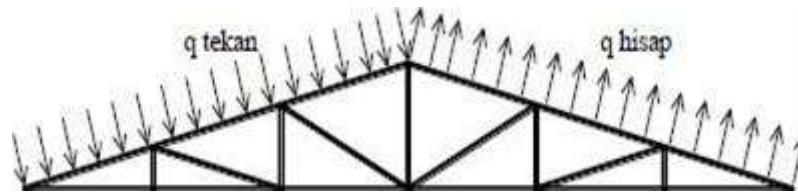
Dimana,

$$W = \text{tekanan angin tiup}$$

$$I_g = \text{jarak gording}$$

Apabila dalam perhitungan  $Q_w$  bernilai negatif, maka dalam perhitungan mengabaikan beban angin.

Penggambaran beban angin yang bekerja pada rangka atap dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini :



Gambar 2.3 Beban Angin Rangka Atap

## 2. Gording

Gording adalah batang memanjang yang sejajar balok tembok yang diletakkan di atas kaki kuda-kuda untuk menumpu kasau dan balok jurai dalam. Dalam perancangan struktur bangunan gedung khususnya pada perancangan gording, struktur gording dirancang kekuatannya berdasarkan pembebanan beban mati dan beban hidup. Kombinasi pembebanan yang ditinjau adalah beban pada saat pemakaian yaitu beban mati yang ditambahkan dengan beban air hujan. Sedangkan beban sementara yaitu beban mati yang ditambahkan dengan beban pekerja pada saat pelaksanaan pekerjaan.

Apabila gording ditempatkan dibawah penutup atap, maka komponen beban atap dipindahkan tegak lurus gravitasi ke gording. Akibatnya terjadi pembebanan sumbu ganda yang menjadikan momen pada sumbu x dan sumbu y, yaitu  $M_x$  dan  $M_y$ .



Gambar 2.4 Gording Kanal

$$q_{uy} = q_u \times \sin \alpha$$

$$q_{ux} = q_u \times \cos \alpha$$



a. Perencanaan gording menggunakan metode berikut :

a) Metode Plastis

Suatu komponen struktur yang dibebani momen lentur harus memenuhi persamaan (berdasarkan SNI 03-1729-2015) :

$$M_u \leq \phi M_n$$

Momen nominal untuk penampang kompak yang memenuhi  $\lambda \leq \lambda_p$ , kuat lentur nominal penampang adalah :

$$M_n = M_p = F_y Z$$

Dimana,  $Z$  = modulus penampang plastis di sumbu lentur ( $\text{mm}^3$ )

Untuk penampang tidak kompak yang memenuhi  $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$ , kuat lentur nominal penampang ditentukan sebagai berikut :

$$M_n = \left[ R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_l S_{xc}) \left( \frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_r - \lambda_{pf}} \right) \right]$$

Untuk penampang langsing yang memenuhi  $\lambda_r < \lambda$ , kuat lentur nominal penampangnya adalah :

$$M_n = \frac{0,9 E_k S_{xc}}{\lambda}$$

b) Beban Elastis

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu x harus memenuhi persamaan berikut :

$$M_{ux} \leq \phi M_n \text{ (berdasarkan SNI 03-1729-2015)}$$

Keterangan :

$M_{ux}$  = momen lentur terfaktor terhadap sumbu x

$\phi$  = faktor reduksi = 0,9

$M_n$  = kuat nominal momen lentur penampang terhadap sumbu x.

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu y harus memenuhi persamaan :

$$M_{uy} \leq \phi M_n$$

Keterangan :

$M_{uy}$  = momen lentur terfaktor terhadap sumbu y

$\phi$  = faktor reduksi = 0,9

$M_n$  = kuat nominal momen lentur penampang terhadap sumbu y.

Setelah semua momen diultimatekan, maka diperiksa kekuatan penampang berdasarkan kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 03-1729-2015, pembebanan yang terjadi dengan menggunakan rumus :

$$\left(\frac{c_{mx} \cdot M_{ux}}{\phi M_{nx}}\right)^n + \left(\frac{c_{my} \cdot M_{uy}}{\phi M_{ny}}\right)^n \leq 1$$

Keterangan :

$M_{ux}$  = momen ultimate arah x

$M_{uy}$  = momen ultimate arah y

$\phi$  = faktor reduksi = 0,9  $M_{nx}$  = momen nominal arah x

$M_{ny}$  = momen nominal arah y  $c_{mx} = c_{my}$ , diambil = 1

b. Komponen stuktur yang mengalami gaya tarik aksial :

a) Kuat Tarik Rencana

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor  $N_u$ , harus memenuhi persamaan (berdasarkan SNI 03-1729-2015) :

$$N_u \leq \phi N_n$$

Dengan  $\phi N_n$  adalah nilai kuat tarik rencana yang besarnya diambil sebagai nilai terendah diantara dua perhitungan menggunakan harga-harga  $\phi$  dan nilai  $N_n$  dibawah ini :

$$\phi = 0,9 ; N_n = A_g \cdot F_y$$

$$\phi = 0,75 ; N_n = A_e \cdot F_u$$

Keterangan :

$A_g$  = luas penampang bruto ( $\text{mm}^2$ )

$A_e$  = luas penampang efektif ( $\text{mm}^2$ )

$F_y$  = tegangan leleh (MPa)

$F_u$  = tegangan tarik (MPa)

b) Penampang Efektif

Luas penampang efektif komponen struktur yang mengalami gaya tarik ditentukan sebagai berikut :

$$A_e = A \cdot U$$

Keterangan :

A = luas penampang

U = faktor reduksi ( $1 - x/L$ )  $\leq 0,9$

x = eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus arah gaya tarik, antara titik berat penampang komponen yang disambung dengan bidang sambungan (mm)

L = panjang sambungan dalam arah gaya tarik, yaitu jarak antara dua Baut yang terikat pada suatu sambungan atau panjang las dalam arah gaya tarik (mm)

c. Komponen struktur yang mengalami gaya tekan aksial :

Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih kecil daripada nilai  $\lambda_r$ , daya dukung nominal komponen struktur tekan dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$N_n = A_g \cdot F_{cr}$$

$$\text{Dimana, } F_{cr} = \frac{F_y}{\omega}$$

Sehingga,

$$N_n = A_g \cdot \frac{F_y}{\omega}$$

Untuk  $\lambda_c \leq 0,25$ , maka  $\omega = 1$

Untuk  $0,25 < \lambda_c \leq 1,2$  maka  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67}$

Untuk  $\lambda_c \geq 1,2$  maka  $\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$

Keterangan :

$N_n$  = kuat tekan nominal komponen struktur

$A_g$  = luas penampang bruto (mm<sup>2</sup>)

$F_{cr}$  = tegangan kritis penampang (mm<sup>2</sup>)

$F_y$  = tegangan leleh material (MPa)

### 3. Konstruksi Rangka Baja (Kuda-Kuda)

Kuda-kuda adalah suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga beratnya sendiri dan sekaligus dapat memberikan bentuk pada atapnya. Pada dasarnya konstruksi kuda-kuda terdiri dari rangkaian batang yang senantiasa selalu membentuk segitiga. Dengan mempertimbangkan berat atap serta bahan dan bentuk penutupnya, maka konstruksi kuda-kuda satu sama lain akan berbeda. Namun demikian setiap susunan rangka batang haruslah merupakan suatu kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang diberikan padanya tanpa mengalami perubahan.

Konstruksi kuda-kuda diperhitungkan terhadap pembebanan, antara lain :

- a. Beban Mati
  - Beban sendiri kuda-kuda
  - Beban penutup atap
  - Beban gording
- b. Beban Hidup
  - Beban air hujan
  - Beban angin sebelah kiri
  - Beban angin sebelah kanan
  - Beban pekerja

Pada masing-masing beban diatas, kemudian dapat dicari nilai gaya-gaya batangnya dengan menggunakan program SAP 2000 V.14. Perhitungan konstruksi rangka dapat dihitung dengan cara :

1. Cara Grafis, yang terdiri dari :
  - Keseimbangan titik simpul
  - Cremona

Dimana kedua cara ini harus menggunakan skala gaya dan skala gambar.

## 2. Cara Analisis

- Keseimbangan titik simpul

Keseimbangan titik simpul ini harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain :

- a) Batang-batang harus kaku dan simpul
- b) Sambungan pada titik buhul/simpul engsel tidak terjadi geseran
- c) Penyambungan batang adalah sentries yakni sumbu-sumbu batang bertemu pada satu titik
- d) Pembebanan yang menyebar dapat dipindahkan pada titik simpul yang bersangkutan

- Ritter

Cara ini biasanya digunakan untuk mengontrol pekerjaan dari cara cremona dan langsung menghitung gaya batang yang lain.

Cara memotong rangka konstruksi harus benar-benar lepas satu sama lain. Gaya-gaya terpotong yang belum diketahui arah besarnya maka dianggap gaya tarik.

## 3. Beban Kombinasi

Berdasarkan beban-beban tersebut diatas, maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan dibawah ini :

$$1,4 D$$

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

$$1,2 D + 1,6 L (L_a \text{ atau } H) + (\gamma L L \text{ atau } 0,8 W)$$

$$1,2 D + 1,3 W + \gamma L L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$$

$$1,2 D \pm 1,0 E + \gamma L L$$

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

Keterangan :

D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafond, partisi tetap, tangga, dan peralatan yang bersifat tetap.

L = beban hidup yang ditimbulkan akibat penggunaan gedung, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lainnya.

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

H = beban hujan, tidak termasuk diakibatkan genangan air. W = beban angin.

E = beban gempa, yang ditentukan atau penggantinya.

Dengan,

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

Kecuali : faktor beban untuk L di dalam kombinasi pembebanan pada persamaan 2.19, 2.20, dan 2.21 harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum, dan semua daerah dimana beban hidup lebih besar daripada 5 kPa.

#### 4. Sambungan

##### a. Perencanaan Sambungan Baut

Suatu baut yang memikul gaya terfaktor ( $R_u$ ), harus memenuhi persamaan berikut (SNI 1729:2015 B3-1) :

$$R_u \leq \phi R_n$$

Dimana :

$\phi$  = reduksi kekuatan geser (0,75)

$R_n$  = kuat geser nominal baut

Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kekuatan geser dan tarik desain menggunakan rumus yang sama ( $\phi R_n$ ) menurut

Pasal J3.6 :

$$R_n = F_n A_b \quad (\text{SNI 1729:2015 J3-1})$$

$$\phi = 0.75$$

Keterangan :

$A_b$  = luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir, in.2 (mm<sup>2</sup>)

$F_n$  = tegangan tarik nominal,  $F_{nt}$ , atau tegangan geser,  $F_{nv}$   
dari Tabel J3.2,

Pada desain sambungan baut, untuk menghitung kombinasi gaya tarik dan geser dalam sambungan tipe tumpuan menurut Pasal J3.7 :

$$R_n = F'_{nt} A_b \text{ (SNI 1729:2015 J3-2)}$$

$$\phi = 0.75$$

Keterangan :

$F'_{nt}$  = tegangan tarik nominal yang dimodifikasi mencakup efek tegangan geser, ksi (MPa)

$$F'_{nt} = 1.3F_{nt} - F_{nt}\phi F_{nv} f_{rv} \leq F_{nt} \text{ (SNI 1729:2015 J3-3a)}$$

$F_{nt}$  = tegangan tarik nominal dari Tabel J3.2, ksi (MPa)

$F_{nv}$  = tegangan geser dari Tabel J3.2, ksi (MPa)

$f_{rv}$  = tegangan geser yang diperlukan menggunakan kombinasi beban, ksi (MPa)

Ukuran jarak tepi minimum baut ditentukan diameter baut pada Tabel J3.4M.

Syarat-syarat perencanaan sambungan pada baut ada dua, yaitu :

a) Syarat minimum :

- Jarak sumbu ke sumbu baut (S)

$$S \geq 3d \longrightarrow d = \text{diameter baut}$$

- Jarak sumbu baut paling pinggir ke tepi pelat (S1)

$$\text{Tepi potong tangan} \geq 1,75 d$$

$$\text{Tepi potongan mesin} \geq 1,5 d$$

$$\text{Tepi hasil cetak} \geq 1,25 d$$

b) Syarat maksimum :

- Jarak sumbu ke sumbu baut (S)

$$S < 15 tp \text{ (tp : tebal pelat tipis)}$$

$$S < 200 \text{ mm}$$

- Jarak sumbu baut paling pinggir ke tepi pelat (S1)

$$S1 < 12 \text{ tp } S < 150 \text{ mm}$$

b. Perancangan Sambungan Las

- a) Pengelesan konstruksi sipil harus dilakukan dengan las listrik

Ukuran las sudut harus ditentukan dengan panjang kaki las yang ditentukan sebagai  $tw_1$  dan  $tw_2$ .

Tebal minimum las sudut pada perencanaan sambungan las dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Tebal Minimum Las Sudut

Ketebalan Material dari Bagian Paling Tipis yang Tersambung, in. (mm)	Ukuran Minimum Las Sudut, <sup>[a]</sup> in. (mm)
Sampai dengan ¼ (6)	1/8 (3)
Lebih besar dari ¼ (6) sampai dengan ½ (13)	3/16 (5)
Lebih besar dari ½ (13) sampai dengan ¾ (19)	¼ (6)
Lebih besar dari ¾ (19)	5/16 (8)

<sup>[a]</sup> Dimensi kaki las sudut. Las pas tunggal harus digunakan.  
Catatan: Lihat Pasal J2.2b untuk ukuran maksimum las sudut.

Sumber : SNI 1729-2015, hal. 116, Tabel J2.4

b) Kuat las sudut

Pada desain sambungan las tumpul, untuk menghitung kekuatan desain ( $\phi R_n$ ) diperjelas dengan disediakan pada Tabel J2.5.

Pada desain sambungan las sudut, untuk menghitung kekuatan desain ( $\phi R_n$ ) menurut Pasal J2.4 :

$$R_n = F_{nw} A_{we} \quad (\text{SNI } 1729:2015 \text{ J2-4})$$

$$\phi = 0.75$$

Keterangan :

$$F_{nw} = 0.60 F_{EXX} (1.0 + 0.50 \sin^{1.5} \theta) \quad (\text{SNI } 1729:2015 \text{ J2-5})$$

$$F_{EXX} = \text{kekuatan klasifikasi logam pengisi, ksi (MPa)}$$

Dimana,  $\theta$  = sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las, derajat



Ukuran minimum las sudut ditentukan dari tebal bagian paling tipis yang tersambung.

### 2.3.3 Perencanaan Pelat

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai dan dak. Pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya, berdasarkan gambar kerja laporan akhir terdapat pelat dua arah ( Two Way Slab )

Syarat-syarat dalam perencanaan pelat beton Pelat dua arah (Two Way Slab). Suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila  $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$ , dimana  $L_y$  dan  $L_x$  adalah Panjang pelat dari sisi-sisinya.

Berikut adalah prosedur perencanaan perhitungan pelat 2 arah :

a. Dimensi balok

Tebal Minimum Pelat dua arah penebalan dan tanpa penebalan

**Tabel 2.4** Tebal Minimum Pelat

Tegangan leleh, $f_y$ MPa <sup>1</sup>	Tanpa penebalan <sup>2</sup>			Dengan penebalan <sup>2</sup>		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>3</sup>		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>3</sup>	
280	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 40$	$\ell_n / 40$
420	$\ell_n / 30$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$
520	$\ell_n / 28$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 34$	$\ell_n / 34$

<sup>1</sup>Untuk konstruksi dua arah,  $\ell_n$  adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.  
<sup>2</sup>Untuk  $f_y$  antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier.  
<sup>3</sup>Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5.  
<sup>4</sup>Pelat dengan balok di antara kolom-kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai  $\alpha_m$  untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

(Sumber :SNI 2847- 2013: 9.5 (c))

b. Menentukan tebal pelat

1) Untuk  $\alpha_m \leq 0,2$

Pelat tanpa penebalan, tebal pelat minimum 120 mm.

Pelat dengan penebalan, tebal pelat minimum 100 mm.

2) Untuk  $0,2 < \alpha_m \leq 2,0$

Tebal pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{\ln \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36\beta + 5\beta (\alpha_m - 0,2)}$$

dan tidak boleh  $< 125 \text{ mm}$  (SNI 03-2847-2013;66)

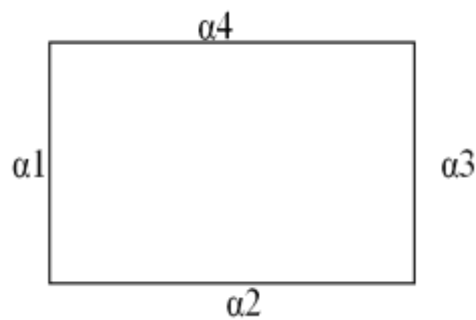
1) Untuk  $\alpha_m > 2,0$

Tebal pelat minimum harus memenuhi :

$$\left[ h = \frac{\ln \left( 0,8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36\beta + 9\beta} \right]$$

dan tidak boleh  $< 90 \text{ mm}$  (SNI 03-2847-2013;66)

c. Mencari nilai  $\alpha_m$  dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaiannya telah memenuhi persyaratan.



Gambar 2.5 Panel pelat yang ditinjau

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \frac{I_{x-x} \text{ balok}}{I_{x-x} \text{ pelat}}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

Untuk  $\alpha_m < 2,0$  tebal pelat minimum adalah 125 mm

Untuk  $\alpha_m > 2,0$  tebal pelat minimum adalah 90 mm

d. Cek nilai aktual dari hasil nilai  $\alpha_m$  yang telah didapat

$$h = \frac{\ln \left[ 0,8 + \frac{fy}{1400} \right]}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

Nilai  $h$  boleh dipakai apabila lebih besar dari h aktual. Apabila dalam perhitungan nilai  $h$  beton lebih kecil, maka nilai tebal pelat yang

dicoba direncanakan ulang (diperbesar) dan perhitungannya diulangi kembali.

- e. Menghitung beban yang bekerja pada pelat (beban mati dan beban hidup). Kemudian hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup dikali dengan faktor beban untuk mendapatkan nilai beban terfaktor.

$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

Keterangan :

$W_D$  = Jumlah beban mati pelat (KN/m)

$W_L$  = Jumlah beban hidup (KN/m)

$W_U$  = Jumlah beban terfaktor (KN/m)

- f. Menghitung Momen Rencana ( $M_u$ )

Untuk menghitung Momen Rencana yang bekerja pada arah x dan y digunakan cara W.C Vis dan Gideon Kusuma, 1993 :

$$M_x = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koef. momen}$$

$$M_y = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koef. Momen}$$

Keterangan :

$M_x$  = momen sejauh x meter  $M_y$  = momen sejauh y meter

Adapun cara menghitung momen rencana menurut W.C Vis dan Gideon Kusuma, 1993 dapat dilihat seperti dibawah ini.

Tabel 2.5 Koefisien Momen

Skema	Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali $w_u \text{ lebar} \cdot l_x$	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$							
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ly}$	41	54	67	79	87	97	-110	117	
		41	35	31	28	26	25	24	23	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$	25	34	42	49	53	58	62	65	
		25	22	18	15	15	15	14	14	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ly}$	30	41	52	61	67	72	80	83	
		30	27	23	22	20	19	19	19	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$	68	84	97	106	113	117	122	124	
		68	74	77	77	77	76	73	71	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{lx}$	24	36	49	63	74	85	103	113	
		33	33	32	29	27	24	21	20	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{lx}$	33	40	47	52	55	58	62	65	
		24	20	18	17	17	17	16	16	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{lx}$	31	45	58	71	81	91	106	115	
		39	37	34	30	27	25	24	23	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ly}$	91	102	108	111	113	114	114	114	
		39	47	57	64	70	75	81	84	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ly}$	31	25	23	21	20	19	19	19	
		91	98	107	113	118	120	124	124	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$	25	36	47	57	64	70	79	63	
		28	27	23	20	18	17	16	16	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$	54	72	88	100	108	114	121	124	
		60	69	74	76	76	76	73	71	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$	28	37	45	50	54	58	62	65	
		25	21	19	18	17	17	16	16	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{ux} = \frac{1}{2} m_{lx}$	60	70	76	80	82	83	83	83	
		54	55	55	54	53	53	51	49	

(Sumber: Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, W.C. Vis dan Gideom Kusuma 1993:26)

Keterangan :

$M_{lx}$  = momen lapangan maksimum per meter lebar di arah x

$M_{ly}$  = momen lapangan maksimum per meter lebar di arah y

$M_{tx}$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar arah x

$M_{ty}$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar arah y

$M_{tix}$  = momen jepit tak terduga per meter lebar arah x

$M_{tiy}$  = momen jepit tak terduga per meter lebar arah y

g. Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$d_x = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan arah x}$

$d_y = h - \text{tebal selimut beton} - \varnothing \text{ tulangan pokok} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan arah y}$

Dalam suatu struktur beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk besi tulangan harus memenuhi ketentuan yang sesuai dengan tabel 2.6 berikut ini :

Tabel 2.6 Tebal Minimum Selimut Beton

Paparan	Komponen struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut, mm
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat $\varnothing 13$ atau D13 dan yang lebih kecil	40
Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Pelat, pelat berusuk dan dinding	Batang D43 dan D57	40
		Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, kolom, pedestal dan batang tarik	Tulangan utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengekang	40

Sumber : SNI 03-2847-2013

h. Mencari rasio penulangan ( $\rho$ )

$$\rho = \frac{F'c}{Fy} ( 0,85 - \sqrt{(0,85)^2 - Q})$$

$$Q = \left( \frac{1,7}{\phi f c'} \right) \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013,71)

i. Mencari luas tulangan ( $A_s$ )

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}}$$

Keterangan :

$A_s$  = luas tulangan ( $\text{mm}^2$ )

$\rho$  = rasio penulangan

$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif pelat (mm)

j. Mencari jumlah tulangan ( $n$ )

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \phi^2}$$

k. Mencari jarak antar tulangan ( $s$ )

$$s = \frac{1000}{n}$$

l. Memasang tulangan

1) Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut. Menurut SNI 03-2847-2013, luasan tulangan suhu dan susut harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014 :

a. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 280 atau 350. ( $A_s = 0,0020$ ).

b. Slab yang menggunakan batang tulangan ulir atau tulangan kawat las mutu 420. ( $A_s = 0,0018$ ).

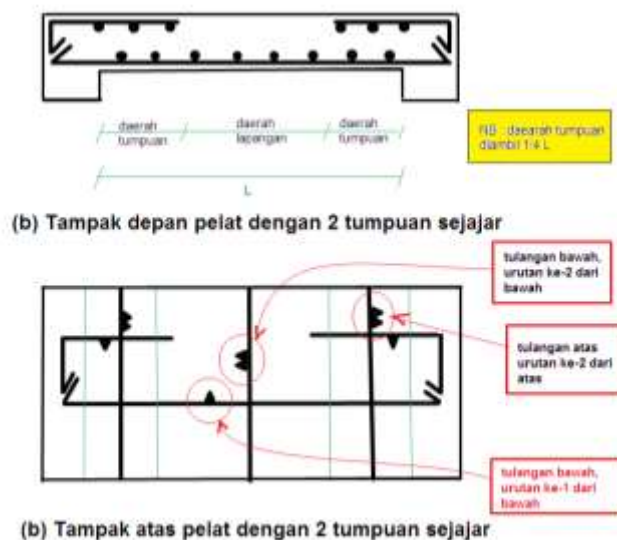
- c. Slab yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35 persen.  $\left( A_s = \frac{0,0018 \times 420}{f_y} \right)$

Tabel 2.7 Rasio Luas Tulangan Ulir Susut dan Suhu terhadap Luas Penampang Beton Bruto

Jenis Tulangan	$f_y$ (MPa)	Rasio Tulangan Minimum	
Batang ulir	< 420	0,0020	
Batang ulir atau kawat las	$\geq 420$	Terbesar dari:	$\frac{0,0018 \times 420}{f_y}$
			0,0014

(Sumber: SNI-2847-2013 Butir 7.7.1)

Gambar 2.6 berikut ini adalah gambar serta penjelasan mengenai sistem penulangan pelat lantai.



Gambar 2.6 Sistem Penulangan Pelat Lantai

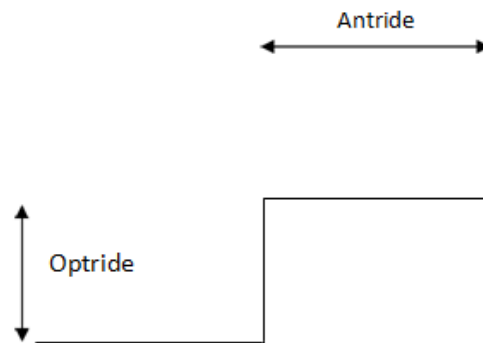
### 2.3.4 Perencanaan tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antara lantai yang satu ke lantai lainnya yang mempunyai elevasi/ketinggian yang berbeda. Tangga dapat terbuat dari kayu, pasangan batu, baja, besi, maupun beton.

## 1. Bagian-bagian tangga

- a. Tangga terdiri dari anak tangga. Anak tangga terdiri dari 2 jenis, yaitu :
  - a) Antride, adalah bagian horizontal dari anak tangga yang merupakan bidang tempat kaki berpijak.
  - b) Optride, adalah bagian vertikal dari anak tangga yang merupakan selisih antara dua buah anak tangga yang berurutan.

Seperti terlihat pada gambar 2.7, dapat dilihat ilustrasi antara oprtide dan antride



Gambar 2.7 Anak Tangga (Antride dan Optride)

- b. Ibu tangga, merupakan bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga.
- c. Bordes, merupakan bagian dari tangga yang merupakan bidang datar yang agak luas dan berfungsi sebagai tempat istirahat bila terasa lelah. Bordes dibuat apabila jarak tempuh tangga sangat panjang yang mempunyai jumlah anak tangga lebih dari 20 buah atau lebar tangga cukup akan tetapi ruangan yang tersedia untuk tangga biasa/ tusuk tidak mencukupi.

Untuk menentukan panjang bordes (L), menggunakan rumus berikut :

$$L = L_n + 1.a \text{ s/d } 2.a$$

Keterangan:

L = panjang bordes

$L_n$  = ukuran satu langkah normal datar a = antride



2. Syarat-syarat umum tangga :

a. Penempatannya

- Penempatan tangga diusahakan menggunakan ruangan sehemat mungkin.
- Ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah ditemukan oleh banyak orang (bagi yang memerlukannya) dan mendapat sinar matahari pada waktu siang hari.
- Diusahakan penempatan tidak mengganggu/ menghalangi lalu lintas orang banyak (untuk tangga di tempat-tempat yang ramai).

b. Kekuatannya

- Bila menggunakan bahan kayu, hendaknya menggunakan kayu kelas I atau II agar nantinya tidak terjadi pelenturan/ goyang.
- Tangga harus kokoh dan stabil (kuat) bila dilalui oleh sejumlah orang dan/atau barang sesuai dengan perencanaan.

c. Bentuknya

- Sudut yang digunakan untuk konstruksi tangga tidak boleh lebih dari  $45^\circ$ .
- Bentuk konstruksi tangga diusahakan sederhana, layak, sehingga dapat dikerjakan dengan cepat dan mudah serta hemat biaya.
- Bentuk konstruksi tangga diusahakan rapi dan indah.

3. Syarat-syarat khusus tangga :

1. Untuk bangunan rumah tinggal

- Antride = 25 cm (minimum)
- Optride = 20 mm (maksimum)
- Lebar tangga = 80 – 100 cm

2. Untuk perkantoran dan lain-lain

- Antride = 25 cm (minimum)
- Optride = 17 mm (maksimum)
- Lebar tangga = 120 – 200 cm

3. Syarat langkah

1) Cara 1 = 2 opride + 1 antride = 57 s/d 65 cm

2) Cara 2 = 2 opride + 1 antride = 77 s/d 85 cm

4. Sudut kemiringan tangga

Maksimum = 45°

Minimum = 25°

5. Lebar tangga

Adapun persyaratan daftar ukuran lebar tangga yang ideal dapat dilihat pada Tabel 2.8 dibawah ini.

Tabel 2.8 Daftar Ukuran Lebar Tangga Ideal

Digunakan untuk	Lebar Efektif (cm)	Lebar Total (cm)
1 orang	± 65	± 85
1 orang + anak	± 100	± 120
1 orang + bagasi	± 85	± 105
2 orang	120 – 130	140 – 150
3 orang	180 – 190	200 – 210
> 3 orang	> 190	> 210

Sumber : Ilmu Bangunan Gedung, Supribadi

Berikut ini adalah langkah-langkah perhitungan dalam perancangan tangga antara lain :

1. Mendesain tangga

- a. Menentukan panjang tangga, jumlah antride, dengan mengasumsikan tinggi opride.

$$\text{Jumlah antride} = \frac{h}{\text{tinggi opride}}$$

- b. Menentukan antride dan tinggi opride yang sebenarnya

$$\text{Tinggi opride sebenarnya} = \frac{h}{\text{jumlah opride}}$$

$$\text{Antride} = L_n - 2 \text{ opride}$$

c. Menentukan sudut kemiringan tangga

$$\text{Arc tan } \Theta = \frac{\text{optride}}{\text{antride}}$$

d. Menentukan tebal pelat tangga

$$h_{\min} = \frac{1}{28} L$$

e. Menentukan pembebanan pada anak tangga

1) Beban Mati

- Berat sendiri bordes
- Berat anak tangga

$$Q = \left( \frac{\text{antride} \times \text{optride}}{2} \right) \cdot \left( \frac{\text{jumlah anak tangga}}{\text{panjang anak tangga}} \right) \times L_n \times \gamma_{\text{beton}} \times \cos \alpha$$

- Berat penutup lantai (ubin + spesi), berat adukan

2) Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 3 KN/m<sup>2</sup>

Perhitungan tangga menggunakan program SAP2000

f. Perhitungan tulangan pada tangga

$$d_{\text{eff}} = h - p - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan utama}$$

Keterangan :

Mu = Momen rencana/ terfaktor pada penampang

b = Lebar penampang

d = Tinggi efektif

$\emptyset$  = faktor reduksi

Dengan syarat,

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Menghitung As yang diperlukan

$$A_s = \rho \times b \times d_{\text{eff}}$$

Keterangan :

A<sub>s</sub> = Luas penampang tulangan (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Rasio Penulangan

d<sub>eff</sub> = Tinggi efektif (mm)

g. Menentukan tulangan pembagi

Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 03 2847-2013, yaitu :

1) Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi kurang dari 0,0014 :

- Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 280 atau 350 adalah 0,0020.
- Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir dan jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 420 adalah 0,0018.
- Pelat yang menggunakan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada tegangan leleh sebesar 0,35% adalah  $0,0018 \times 420/f_y$ .

2) Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

h. Perhitungan Tulangan Balok Bordes

$$\frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = f_y \cdot \rho - \frac{f_y^2 \cdot \rho^2}{1,7 \cdot f_c}$$

Nilai  $\rho$  didapatkan dengan rumus abc

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}}$$

i. Penulangan Geser Balok Bordes

$$V_u \text{ rencana} = \frac{V_u \cdot (X-p)}{X}$$

$$\phi V_c = \phi \left( \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_c'} \right) b_w \cdot d_{\text{eff}}$$

$$\phi V_c = \frac{\phi V_c}{b \cdot d}$$

Jika  $V_u > \frac{1}{2} \phi V_c$ , maka diperlukan tulangan geser.

Tulangan geser minimum digunakan apabila  $\frac{1}{2} \phi V_c < V_u < \phi V_c$ .

Sedangkan apabila  $V_u < \phi V_c$ , maka balok tersebut tidak memerlukan tulangan geser.

j. Perhitungan Torsi Balok Bordes

Momen Torsi ( $W_u$ ) = 1,2  $W_d$  + 1,6  $W_l$

Momen Torsi per meter ( $T_u$ ) =  $W_u$  x Lengan Momen Ketentuan :

$T_u > \frac{\phi \sqrt{f_c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$ , maka dibutuhkan tulangan torsi

$T_u < \frac{\phi \sqrt{f_c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$ , maka tidak dibutuhkan tulangan torsi

Dimana,  $A_{cp}$  = Luas Penampang Bruto Balok Bordes

$P_{cp}$  = Keliling Penampang Bruto Balok Bordes

Luas Sengkang Torsi ( $A_{vt}$ ) =  $\frac{T_n \cdot s}{2 \cdot A_o \cdot f_y \cdot \cot \theta}$

Luas Sengkang tiap meter ( $A_{vs}$ ) =  $\frac{n \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot 1000}{s \text{ geser}}$

Jarak Sengkang Total :

$Ph$  = Keliling Penampang Balok Bordes Netto

$S_1 = \frac{n \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \cdot 1000}{A_{vt} + A_{vs}}$

$S_2 = \frac{Ph}{8}$

$S_3 \leq 300 \text{ mm}$

Tulangan Lentur

$A_t = \frac{A_{vt}}{s} \cdot Ph \cdot \left( \frac{f_y}{f_y} \right) \cot^2 \alpha$

$A_{st} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$

$(A_t + A_{st}) > \frac{s \sqrt{f_c'} \cdot A_{cp}}{12 \cdot f_y} - \frac{A_{vt}}{s} \cdot Ph \cdot \frac{f_y}{f_y}$

Jumlah tulangan torsi :

$n = \frac{A_t}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$

### 2.3.5 Perencanaan Portal (Balok dan Kolom)

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang paling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan

lengkap. Sebelum merencanakan portal terlebih dahulu kita harus mendimensi portal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut

1. Pendimensian Balok

Tebal minimum balok ditentukan dalam SK SNI 03-2847-2013 adalah untuk balok dengan bentang terpanjang yang memiliki dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum  $l/16$ ,

2. Pendimensian Kolom

- a. Analisa pembebanan

- b. Menentukan gaya-gaya dalam

Dalam menghitung dan menentukan besarnya momen yang bekerja pada suatu struktur bangunan dengan menggunakan bantuan aplikasi software yaitu menggunakan program SAP 2000 Versi 14.1 Berikut adalah cara menghitung besarnya momen dengan menggunakan :

3. Perancangan portal dengan menggunakan SAP 2000 V14.1

1. Perancangan portal akibat beban mati

Langkah-langkah menentukan pembebanan pada portal adalah sebagai berikut :

- a. Beban pelat
- b. Beban balok
- c. Beban penutup lantai dan adukan
- d. Berat balok
- e. Berat pasangan dinding (jika ada)

2. Perancangan portal akibat beban hidup

Untuk merencanakan portal akibat beban hidup perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Menentukan pembebanan pada portal
- b. Perhitungan akibat beban hidup = perhitungan akibat beban mati

3. Perancangan portal akibat beban angin

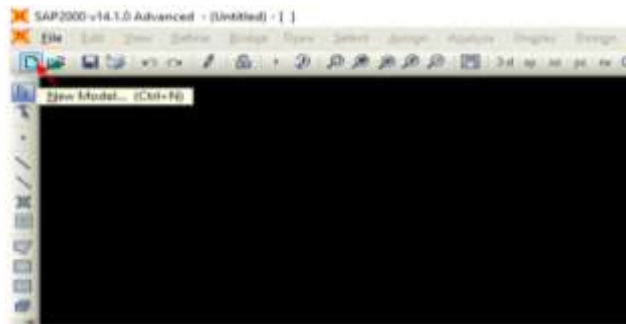
- a. Menentukan Beban angin yang bekerja

- b. Input Beban Angin terhadap bidang kolom secara vertikal merata dengan angin menekan kearah kolom.

Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode SAP 2000 V

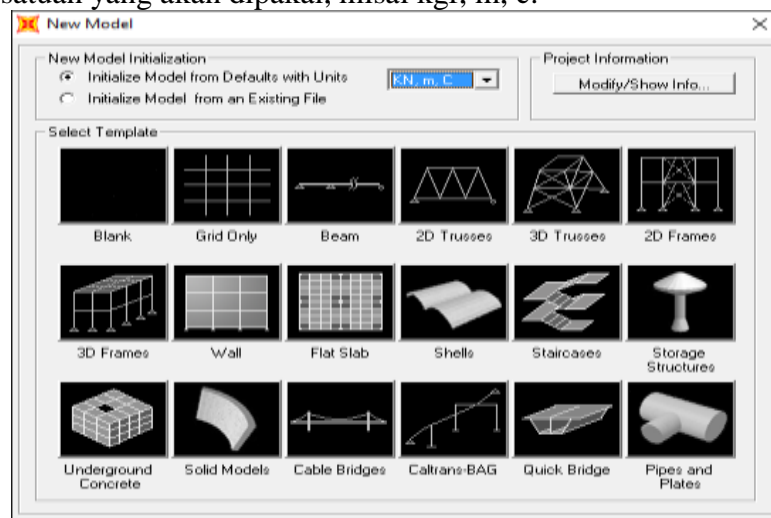
14.1 yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Buat model struktur portal akibat beban mati dan beban hidup
  - a. Klik **New Model** atau CTRL + N



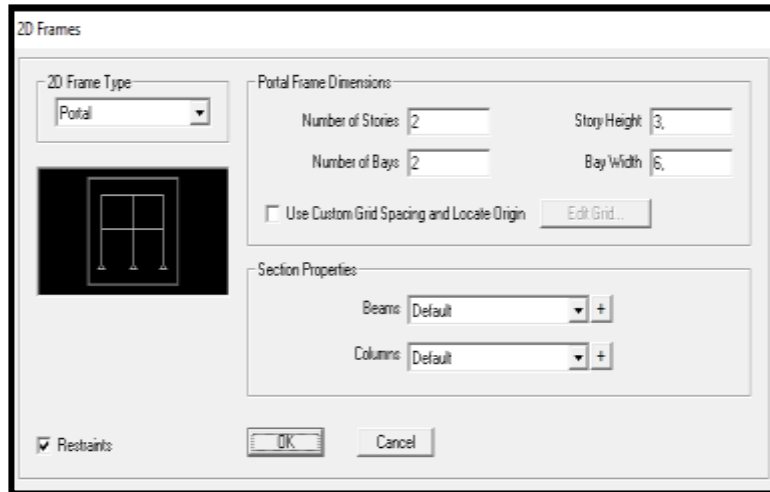
Gambar 2.8 Toolbar New Model

- b. Kemudian akan tampil kotak seperti gambar dibawah ini, tetapkan satuan yang akan dipakai, misal kgf, m, c.



Gambar 2.9 Tampilan New model

- c. Pilih model template *2D Frames*, akan muncul jendela seperti Gambar2.5isikan *Number of stories*, *stroy height*, *Number of Bays*, dan *bay width* masukan sesuai data – data perencanaan. Kemudian klik ok.



Gambar 2.10 Tampilan 2D frames

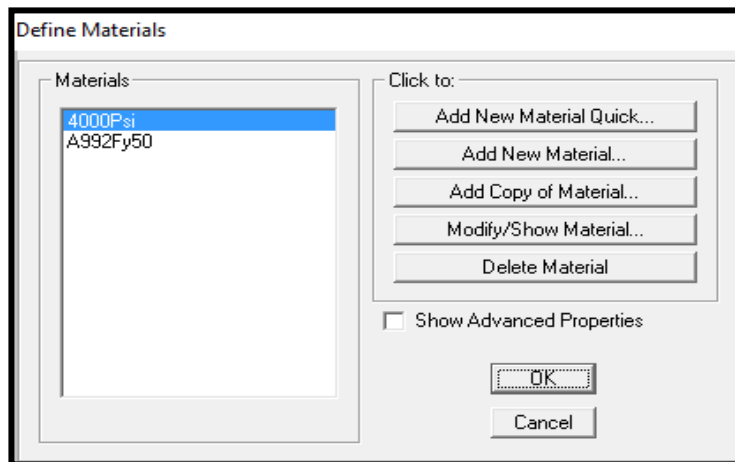
- d. untuk mengatur kembali jarak-jarak pada portal. Dapat dilakukan dengan cara **klik 2x** pada *grid point* yang terdapat pada portal. Maka, akan muncul tampilan *Define Grid system data*( dapat di lihat pada Gambar 2.7) Setelah itu dapat dilakukan penyesuaian kembali jarak portal dengan data perencanaan yang ada dan disesuaikan arah x,dan z pada SAP v.14



Gambar 2.11 Define Grid System data.

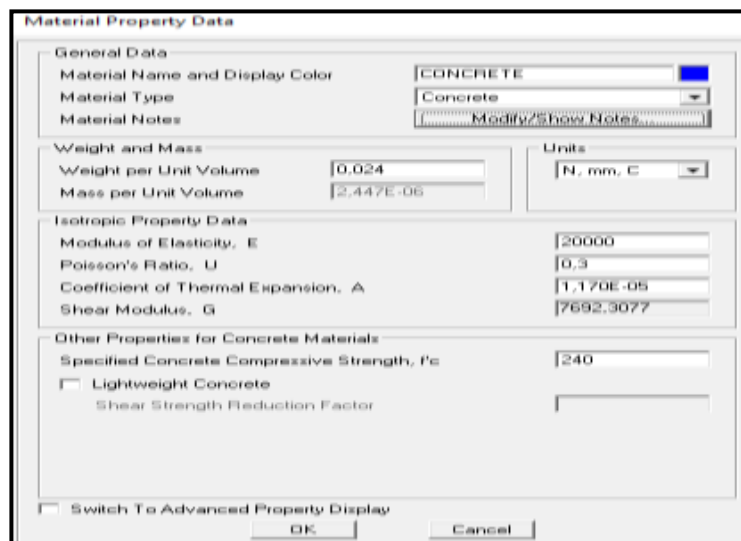
2. Menentukan Material
  - a. Langkah pertama klik *Define* pada Toolbar > selalu klik *Materials* maka akan muncul jendela *Define Materials*.





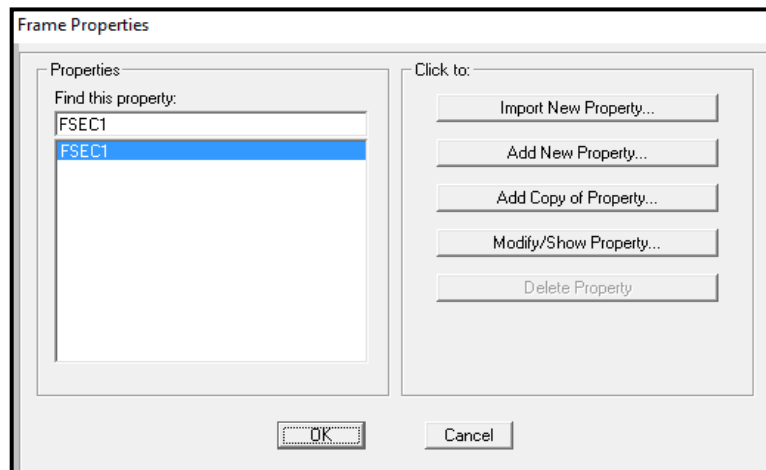
Gambar 2.12 Jendela Define Materials

- b. Pilih Add new Material , maka akan muncul jendela material Property Data. Ganti nilai Weight per unit volume dengan 24 (nilai ini adalah nilai dari berat jenis beton). ubah nilai Modulus of Elasticity dengan rumus  $4700\sqrt{F_c} \cdot 1000$ , serta ubah juga nilai  $F_c$  dan  $F_y$  sesuai dengan perencanaan dengan masing-masing dikali 1000, klik OK.



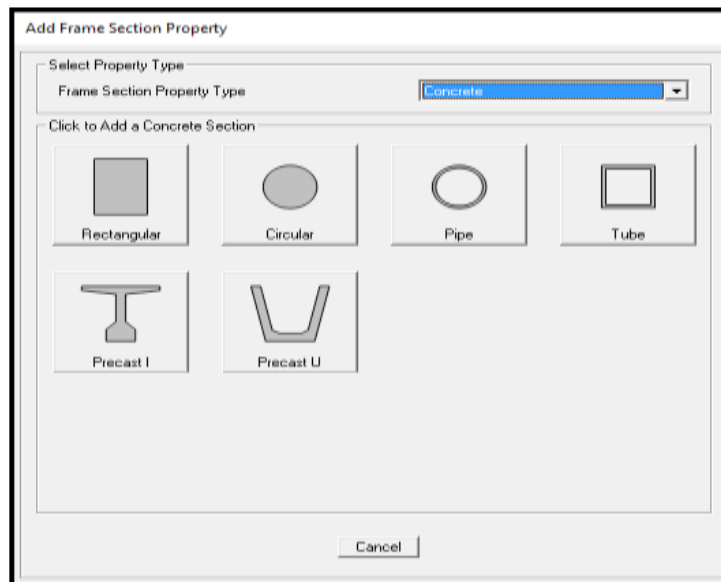
Gambar 2.13 Jendela Material Property Data

3. Menentukan nilai dimensi kolom dan balok
  - a. Blok frame kolom/balok, lalu pilih menu pada toolbar, *Define* > *section properties* > *Frame section*, setelah memilih menu diatas akan tampil toolbar Frame Properties seperti pada gambar2.10.

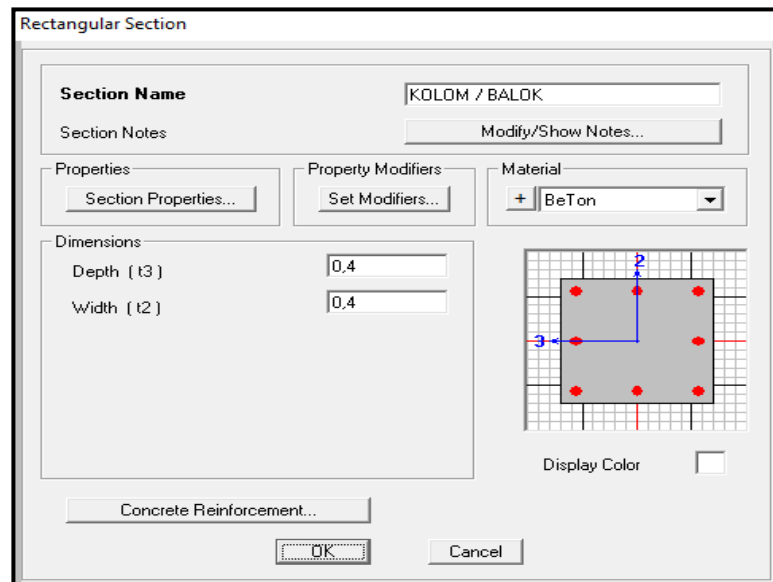


Gambar 2.14 Toolbar Frame Properties

- b. klik add new property, maka akan muncul jendela add Frame Election property. Pada *Select Property Type*, Ganti *frame section Property Type* menjadiconcrete. Lalu pilih *rectangularpada* click to add a Concrete section (untuk penampang berbentuk segiempat).

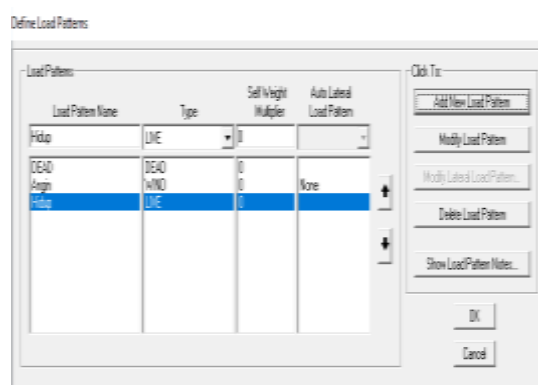


Gambar 2.15 jendela add Frame section property



Gambar 2.16 Jendela Rectangular Section

- c. ganti section name dengan nama Balok (untuk balok), Kolom (untuk kolom). ganti ukuran tinggi (Depth) dan lebar (Width) Balok /Kolom sesuai dengan perencanaan. Kemudian klik Concrete Reinforcement, klik Column (untuk kolom), Beam (untuk balok) lalu klik OK.
  - d. Untuk menentukan frame tersebut balok atau kolom yaitu dengan cara memblok frame kemudian pada toolbar pilih menu Assign – Frame / Cable / Tendon – Frame Section – pilih Balok atau Kolom.
4. Membuat cases beban mati, beban hidup dan Angin
- a. Pilih menu pada toolbar, *Define – Load pattern* – buat nama pembebanan, tipe pembebanan dan nilai koefisiennya diisi dengan nilai 0. Lalu klik *add New Load Pattern* Seperti yang terlihat pada gambar. Apabila selesai klik OK.

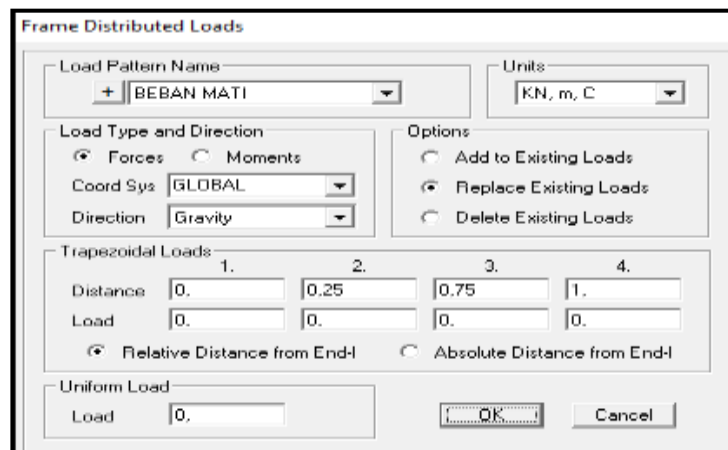


Gambar 2.17 Jendela Define Load Patterns

b. Input nilai beban mati, beban hidup dan angin

1) Akibat beban merata

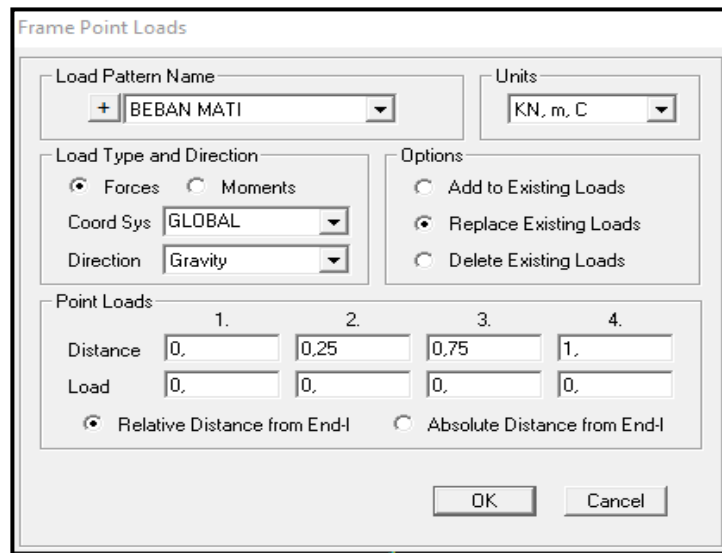
Blok frame yang akan di input, lalu pilih menu pada toolbar, *Assign – Frame Loads – Distributed* - pilih beban mati atau beban hidup untuk pembebanan tersebut pada *Load pattern*



Gambar 2.18 Jendela Frame Distributed Loads

2) Akibat beban terpusat

Sama halnya seperti menginput data pada pembebanan merata, hanya saja setelah memilih menu *Frame–* selanjutnya yang dipilih adalah *Points*. maka akan tampil jendela seperti gambar

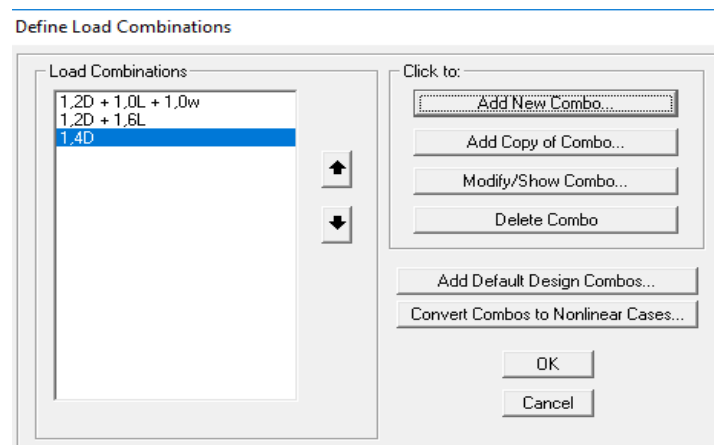


Gambar 2.19 Jendela Frame Point Loads

5. Input *Load Combination* (beban kombinasi), yaitu

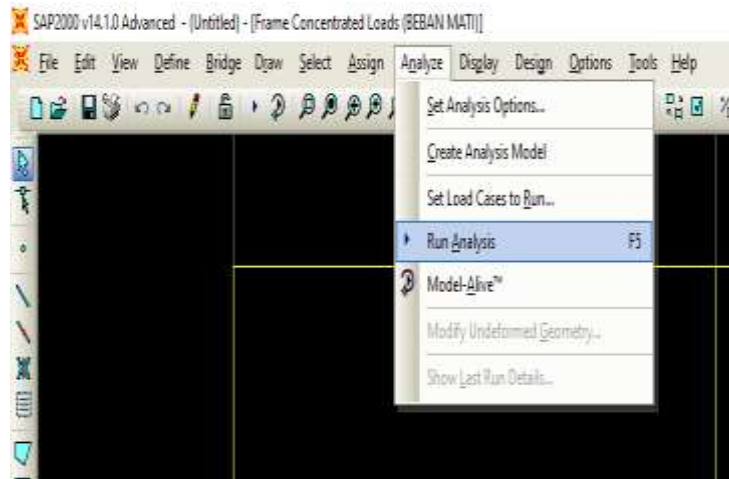
1. 1,4 Beban mati
2. 1,2 Beban mati + 1,6 Beban hidup
3. 1,2 Beban mati + 1,0 Beban hidup + 1,0 Beban angin

blok seluruh frame yang akan di kombinasi, kemudian pilih menu pada toolbar, *Define – Combinations – add new combo*, kemudian akan terlihat seperti



Gambar 2.20 Jendela *Loads Combination*

6. Run analisis, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.21 Run Analisis

### 2.3.5 Perencanaan balok

Balok merupakan batang horizontal dari rangka struktur yang memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut biasanya terdiri dari dinding, pelat atau atap bangunan dan menyalurkannya pada tumpuan atau struktur dibawahnya.

Berdasarkan persyaratan dalam SNI 2847:2013 Pasal 9.2 besarnya kuat perlu,  $U$  yang harus dipertimbangan sebagai kondisi paling kritis yang harus dipikul suatu elemen struktur. Adapun urutan-urutan dalam menganalisis balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

$$V_u = 1,4D$$

$$V_u = 1,2D + 1,6L$$

$$V_u = 1,2D + 1L + 1W$$

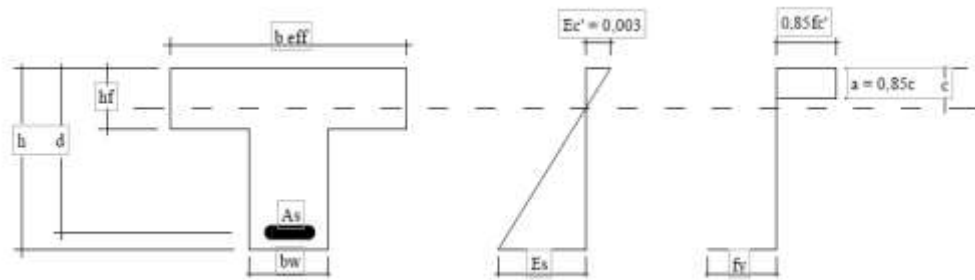
2. Momen design balok maksimum

$$M_u = 1,4MD$$

$$M_u = 1,2MD + 1,6ML$$

$$M_u = 1,2MD + 1ML + 1M_w$$

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan



Gambar 2.22 Tiga Macam keruntuhan balok ditinjau dari persentase tulangan baja

a. Penulangan lentur lapangan

$$ln \quad = L - ( \frac{1}{2} Lk ) - ( \frac{1}{2} Lk )$$

$D_{eff}$  balok = Lebar Balok - p -  $\emptyset$  sengkang -  $\frac{1}{2} \emptyset$  tulangan

Lebar efektif

- $B_{eff} \leq \frac{1}{4} L$
- $B_{eff} \leq 16 hf + bw$
- $B_{eff} \leq bw + ln$

Maka Diambil  $B_{eff}$ terkecil

Diasumsikan  $a \leq hf$  dan  $c \leq hf$

$f'c > 28$  MPa dan  $fy = 400$  MPa

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'c - 28}{7}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b_{eff} \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$As = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b_{eff}}{fy}$$

(Sumber :Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,57)

Pilih tulangan dengan dasar  $As$  terpasang  $\geq As$  direncanakan

b. Penulangan lentur tumpuan

$$d_{\text{eff}} = h - p - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan}$$

$$p. = \frac{Fc}{Fy} (0,85 - \sqrt{(0,85)^2 - Q})$$

$$Q = \left( \frac{1,7}{\emptyset f'c'} \right) \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

$$As_{\text{rencan}} = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 71)

Pilih tulangan dengan dasar  $As_{\text{terpasang}} \geq As_{\text{direncanakan}}$

4. Tulangan geser rencana

$$V = \left( \frac{\sqrt{f'c'}}{6} \right) \times bw \times d$$

(Sumber: SNI 03-2847-2013:89)

- $V_u \leq \emptyset V_c$  ( tidak perlu tulangan geser )

$$S_{\text{maks}} = \frac{1}{2} \cdot d \text{ atau } h$$

$$A_{v_{\text{min}}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b \cdot s}{f_y}$$

$$A_{v_1} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$S = \frac{A_{v_1}}{A_{v_{\text{min}}}}$$

$S$  dan  $S_{\text{maks}}$  Diambil  $S$  terkecil diantara kedua nya.

- $V_u \geq \emptyset V_c$  ( Perlu Tulangan Geser )

$$V_{S_{\text{perlu}}} = \frac{V_{\text{rencana}} - \emptyset V_c}{\emptyset}$$

$$V_{S_{\text{maks}}} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'c'}$$

$$V_s = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c'}$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{1}{2} \cdot d \text{ atau } h$$

$$S = \frac{A_{v_1}}{A_{v_{\text{min}}}}$$

$S$  dan  $S_{\text{maks}}$  Diambil  $S$  terkecil diantara kedua nya.

- $V_u \leq \emptyset V_n$
- $V_n = V_c + V_s$



$$- \quad V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013,96)

5. Luas minimum tulangan geser

$$A_{v_{\text{minimum}}} = 0,062 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \left( \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \right) \geq \frac{0,35 \cdot b_w \cdot s}{f_{yt}}$$

(Setiawan, 2016:101)

6. Jarak maksimum tulangan geser

$$\text{Jika } V_s \leq 0,33 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d, \text{ maka : } S = \frac{d}{2} \text{ atau } 600$$

$$\text{Jika } V_s \leq 0,66 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d, \text{ maka : } S = \frac{d}{4} \text{ atau } 300$$

S maksimum untuk tulangan suhu dan susut =  $5 \times h_{\text{slab}}$  atau tidak boleh lebih dari 450 mm (Sumber: SNI 03-2847-2013:57 pasal 7.12.2.2)

Sehingga untuk tulangan sengkang vertical dapat dihitung menggunakan rumus:

$$- \quad S_{\text{perlu}} = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013,99)

Keterangan :

$V_c$  = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

$V_u$  = gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang beton

$V_n$  = kuat geser nominal

$V_s$  = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

$A_v$  = luas penampang tulangan geser total pada daerah sejarak  $s$ ,  $A_s$  dimana

$A_s$  = luas penampang batang tulangan sengkang

$d$  = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

### 2.3.6 Perencanaan kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok dan meneruskannya ke konstruksi pondasi.

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis kolom :

1. Tulangan untuk kolom dibuat penulangan simetris berdasarkan kombinasi  $P_u$  dan  $M_u$ . Untuk satu batang kolom dan dua kombinasi pembebanan yaitu pada ujung atas dan ujung bawah pada setiap freebody, masing-masing dihitung tulangnya dan diambil yang terbesar.

2. Gaya Axial design kolom

$$P_u = 1,4 A_x D$$

$$P_u = 1,2 A_x D + 1,6 A_x L$$

$$P_u = 1,2 A_x D + 1,0 A_x L + 1,0 A_x w \text{ (Diambil)}$$

3. Gaya Lintang design kolom maksimum

$$V_u = 1,4 V_D$$

$$V_u = 1,2 V_D + 1,6 V_L$$

$$V_u = 1,2 V_D + 1,0 V_L + 1,0 V_w$$

(Sumber: SNI 03-2847-2013)

4. Momen design kolom maksimum untuk ujung atas dan ujung bawah.

$$M_u = 1,4 M_D$$

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

$$M_u = 1,2 M_D L + 1,0 M_L L + 1,0 M_w$$

(Sumber: SNI 03-2847-2013)

5. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi

$$\beta_{dns} = \frac{1,2 D}{(1,2 D + 1,6 L)}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 202)

6. Modulus Elastisitas

$$E_c = 4700 f_c'$$

$$EI = \frac{0,4 E_c \cdot I_g}{1 + \beta_{dns}}$$

7. Nilai kekakuan kolom dan balok

$$I_g = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$I_c = 0,70I_g \rightarrow \text{Kolom}$$

$$I_b = 0,35I_g \rightarrow \text{Balok}$$

$$\frac{EI}{L_c} = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1+\beta \cdot d)} \rightarrow \text{untuk kolom}$$

$$\frac{EI}{L} = \frac{E_c \cdot I_g}{5(1+\beta \cdot d)} \rightarrow \text{untuk Balok}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 200, 202, 205)

8. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

9. Menentukan Nilai Kn dan Rn

$$K_n = \frac{P_n}{\phi \cdot F'_c \cdot A_g}$$

$$R_n = \frac{P_n \cdot e}{F'_c \cdot A_g \cdot h}$$

10. Menentukan  $\Psi_a$  dan  $\Psi_b$

$$\Psi_c = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L_c} \right)}{\sum \left( \frac{EI}{L_b} \right)}$$

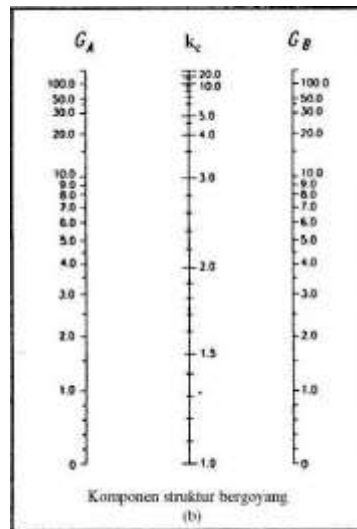
(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 199)

11. Menentukan faktor panjang efektif kolom (k)

Nilai k didapat dari nomogram faktor panjang efektif kolom

12. Angka kelangsingan kolom Kolom langsing dengan ketentuan :

Gambar 2.23 Gambar Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang



(Sumber : Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Istimawan Dipohusodo)

- angka tanpa pengaku lateral =  $\frac{Klu}{r} < 22$
- angka dengan pengaku lateral =  $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left( \frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right)$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013, 201)

- untuk semua komponen struktur tekan dengan  $\frac{Klu}{r} > 100$  harus digunakan

(analisa pada Tata cara perhitungan struktur beton bertulang gedung, SNI 03-2847-2013 hal.78 ayat 10.10.1)

- apabila  $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left( \frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right)$  atau  $\frac{Klu}{r} > 22$  maka perencanaan harus menggunakan metode pembesaran momen

### 13. Perbesaran momen

$$M_c = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

Dimana :

$\delta_s$  = faktor pembesaran ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku

$M_{2ns}$  = momen kolom terbesar pada struktur rangka dengan pengaku

$M_{2s}$  = momen kolom terbesar akibat goyangan ke samping pada struktur rangka tanpa pengaku

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{0,75 \cdot \sum Pc}} \geq 1,0$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 205)

#### 14. Desain penulangan

1. Menghitung besar beban yang bekerja pada kolom (PU), Nilai  $\rho$  taksiran 1% - 3%
2. Menghitung  $A_{s_{tot}}$

$$\rho = \rho' = \frac{As}{b \cdot d}$$

3. Memeriksa  $P_u$  terhadap

- Keruntuhan seimbang

$$C_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot C_b$$

$$f'_c > 28 \text{ MPa dan } f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7}$$

$$\frac{\epsilon'_s}{0,003} = \frac{c_b - d'}{c_b}$$

$$f_s' = \left( \frac{c_b - d'}{c_b} \right) \cdot 0,003 \leq f_y \text{ (Tulangan Tekan sudah Luluh)}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot a_b \cdot b$$

$$T = A_s \cdot f_y$$

$$C_s = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c)$$

$$p_b = C_c + C_s - T$$

Nilai Eksentrisitas pada kondisi seimbang dari

$$e_b = \frac{M_b}{P_b} \text{ atau } e = \frac{2}{3} d$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013, 161)

- Untuk  $e_y < d$  diasumsikan terjadi keruntuhan tekan

$$Pn2 = \frac{1}{e'} \left[ Cc \left( d - \frac{1}{2} \right) + Cs(d - d') \right]$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,167)

### 2.3.7 Perencanaan sloof

Sloof adalah balok yang menghubungkan pondasi sebagai tempat menyalurkan beban dinding.

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis sloof :

1. Tentukan dimensi sloof.
2. Tentukan pembebanan pada sloof.

- Berat sendiri sloof
- Berat dinding dan plesteran

Kemudian semua beban dijumlahkan untuk mendapatkan beban total, lalu dikalikan faktor untuk beban terfaktor.

$$Mu = 1,4MD$$

$$Mu = 1,2MD + 1,6 ML$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,7)

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

Penulangan lentur lapangan

- $d_{\text{eff}} = h - p - \emptyset$  sengkang -  $\frac{1}{2} \emptyset$  tulangan pokok

$$p. = \frac{Fc}{Fy} ( 0,85 - \sqrt{(0,85)^2 - Q} )$$

$$Q = \left( \frac{1,7}{\emptyset f c'} \right) \frac{Mu}{b.d^2}$$

- $As_{\text{rencan}} = \rho. b. d_{\text{eff}}$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,71)

- Pilih tulangan dengan dasar  $As \text{ terpasang} \geq As \text{ direncanakan}$

4. Tulangan geser rencana

$$V = \left( \frac{\sqrt{f'c'}}{6} \right) \times bw \times d$$

(Sumber: SNI 03-2847-2013:89)

- $V_u \leq \phi V_c$  ( tidak perlu tulangan geser )

$$S_{maks} = \frac{1}{2} \cdot d \text{ atau } h$$

$$A_{v_{min}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{b \cdot s}{f_y}$$

$$A_{v_1} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$S = \frac{A_{v_1}}{A_{v_{min}}}$$

S dan  $S_{maks}$  Diambil S terkecil diantara kedua nya.

- $V_u \geq \phi V_c$  ( Perlu Tulangan Geser )

$$V_{S_{perlu}} = \frac{V_{rencana} - \phi V_c}{\phi}$$

$$V_{S_{maks}} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'c'}$$

$$V_s = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c'}$$

$$S_{maks} = \frac{1}{2} \cdot d \text{ atau } h$$

$$S = \frac{A_{v_1}}{A_{v_{min}}}$$

S dan  $S_{maks}$  Diambil S terkecil diantara kedua nya.

- $V_u \leq \phi V_n$
- $V_n = V_c + V_s$
- $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$

(Sumber :Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,96)

$$S_{perlu} = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

(Sumber :Perancangan Struktur Beton Bertulang Bersarkan SNI 03-2847-2013,99)

Keterangan :

$V_c$  = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

$V_u$  = gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang beton

$V_n$  = kuat geser nominal

$V_s$  = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

$A_v$  = luas penampang tulangan geser total pada daerah sejarak  $s$ ,

$2 A_s$  dimana  $A_s$  = luas penampang batang tulangan sengkang

$d$  = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

### 2.3.8 Perencanaan pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi :

1. Keadaan tanah pondasi
2. Jenis konstruksi bangunan
3. Kondisi bangunan disekitar pondasi
4. Waktu dan biaya pengerjaan

Berdasarkan kedalaman pondasi ada 2 macam yaitu :

1. Pondasi dangkal
2. Pondasi dalam

Berdasarkan data hasil tes tanah pada lokasi pembangunan Gedung perpustakaan UIN Raden Fatah jakabaring Palembang yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi dalam yaitu tiang pancang dengan Data tanah Bor Log. Adapun urutan-urutan dalam menganalisis pondasi :

1. Menentukan beban-beban yang bekerja pada pondasi
2. Menentukan diameter tiang yang digunakan
3. Menentukan Daya Dukung Tiang

- Daya dukung bahan

$$Q_{\text{bahan}} = 0,4 \times f'_c \times A_{\text{tiang}}$$

- Daya dukung ujung tiang ultimate



$$Q_{ultimate} = \frac{qD.A}{f_b} + \frac{U.\sum T_i.f_i}{f_s}$$

(Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi ; Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa : 2000. Halaman 104)

4. Menentukan jarak antar tiang pancang.

- Jarak minimal 2D atau 2,5D-3,5D (J.E. Bowles: 1974, Edisi ke-4 jilid 2 hal. 342)

5. Menentukan efisiensi dan daya dukung kelompok tiang

- $Eg = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right\}$
- $Q_{izin\ Grup} = Eg \cdot Q_{izin} \cdot n$  (Daya dukung kelompok tiang)

6. Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu X dan sumbu Y

$$P_{max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{n y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{n x \cdot \sum y^2}$$

(Pondasi Tiang Pancang Jilid I, Sardjono, HS:61)

7. Pengangkatan Tiang Pancang dengan 2 pola pengangkatan

8. Menentukan tulangan tiang Pancang (Perbandingan As terbesar)

- Pembebanan  $P_u/n$
- $A_{S_{total}} = \rho \cdot b \cdot h$
- Momen Terbesar antara 2 pola pengangkatan yang paling menentukan
- $A_{S_{total}} = \rho \cdot b \cdot h$
- Perhitungan Tulangan Sengkang tiang pancang

9. Menentukan Pile Cap

- Kontrol kekuatan geser dua arah di sekitar kolom dan tiang pancang
- Kontrol kekuatan geser satu arah
- Menentukan tulangan pokok pile cap

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = f_y \rho - \frac{f_y^2 \rho^2}{1,7 f' c}$$

$$A_{S_{total}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s' = A_{S_{total}}/4$$

Jarak Tulangan

$$S = \frac{A_s \text{ tulangan}}{A_s \text{ Pakai}} \cdot \text{lebar pile cap}$$

- Menentukan tulangan sengkang
 
$$\phi V_c = \phi \cdot 0,17 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_u > \phi V_c \text{ (Perlu tulangan sengkang)}$$

$$\phi V_s = \phi \cdot \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

$$S = \frac{Av1}{Av} \cdot 1000 \text{ mm}$$

(Sumber : Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2013,307,327)

#### 10. Menentukan tulangan pasak

- $\phi P_n = \phi \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A_g$
- $\phi P_n > P_u$
- $A_{s_{min}} = 0,005 \times A_g$
- $L_{db} = \frac{0,25 \cdot f_y \cdot db}{\sqrt{f_c'}} \geq 0,04 \cdot f_y \cdot db$

## 2.4 Pengelolaan proyek

Pengelolaan proyek atau manajemen proyek diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka mencapai tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Berdasarkan para ahli disimpulkan bahwa manajemen proyek dapat didefinisikan dari beberapa aspek, meskipun demikian pengertian manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode atau teknik serta proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (Planning), pengorganisasian (organizing), pelaksanaan (actuating) dan pengendalian (controlling)

### 2.4.1 Rencana kerja dan syarat-syarat

Rencana Kerja dan Syarat (RKS) Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) adalah dokumen yang bersikan nama proyek berikut penjelasannya berupa jenis, besar dan lokasinya, serta tata cara pelaksanaan, syarat-syarat pekerjaan, syarat mutu pekerjaan dan keterangan – keterangan lain yang hanya dapat dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersama dengan gambar yang semuanya menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan.

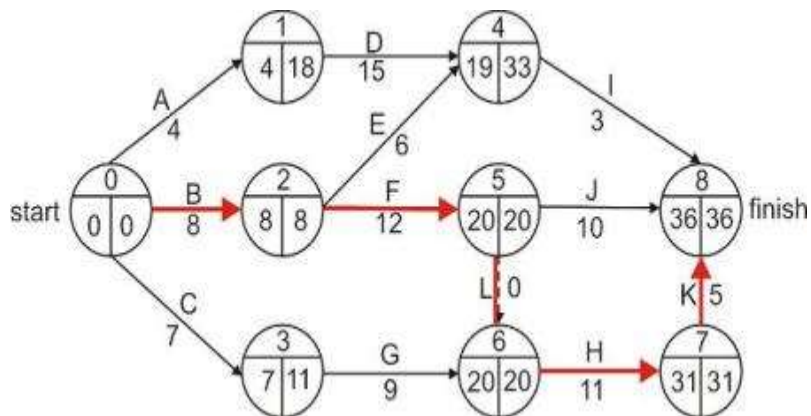
### 2.4.2 Rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah pekerjaan menghitung volume bangunan, menentukan biaya dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi. Tujuan RAB adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai besarnya biaya pelaksanaan atau penyelesaian.

### 2.4.3 Rencana Pelaksanaan ( *Time schedule* )

#### 2.4.3.1. NWP (Network Planning)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.



Gambar 2.24 Diagram NWP (CPM)

#### 2.4.3.2. Barchart

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda – beda disetiap masing – masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. (*Bachtiar Ibrahim, Rencana dan Estimate Real of Cost*)

### 2.4.3.3. Kurva S

Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (Progress) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Irika Widiasanti dan lenggogeni 2013:152). Kegunaan Kerva S adalah :

- 1). Untuk menganalisis kemajuan/progress suatu proyek secara keseluruhan
- 2). Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
- 3). Untuk mengontrol penyimpanan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual

**INPUT LAPORAN MINGGUAN KE DALAM KURVA S (TIME SCHEDULE)**

No. Matrik Pembayaran	Uraian	Sat	KONTRAK		Masa Pelaksanaan Pekerjaan (31 Hari Kalender)											
			Volume	Biblot %	Oktober			November			Desember					
					12-Oct 19-Oct	19-Oct 26-Oct	26-Oct 1-Nov	1-Nov 8-Nov	8-Nov 15-Nov	15-Nov 22-Nov	22-Nov 29-Nov	29-Nov 6-Dec	6-Dec 13-Dec			
<b>DIVISI 1. UMBU</b>																
1.1	Mobilisasi	LS	1.00	4.25	1.00	1.00									1.00	1.00
1.2	Ac-bulk Drawing dan Pelaporan	LS	1.00	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.3	Pengukuran Topografi	LS	1.00	0.27		0.27										
1.3	Dokumen dan Prose	LS	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.4	Pipa/Pipa Hantaran	LS	1.00	0.00		0.00										
<b>DIVISI 3 PERKERJAAN TANAH</b>																
3.3.0)	Pemipaan Badan Jalan	M0	8.000.00	2.21			0.14	0.74	0.74							
<b>DIVISI 5 PERKERJAAN BERSIHAH</b>																
5.2.0)	Lapis Pondasi Pengontrol/Satu	M0	800.00	80.40								30.61	30.61	30.61		
<b>Jumlah Bobot</b>				<b>100.00</b>												
<b>RENCANA</b>	MNOU RI %				1.15	1.57	0.82	0.82	0.82	30.89	30.89	31.96	1.15			
	%KUMULATIF %				1.15	2.65	3.47	4.29	5.11	36.08	66.96	98.92	100.00			
<b>REALISASI</b>	MNOU RI %				11.47	15.06	0.20	0.20	0.20	40.89						
	%KUMULATIF %				11.47	26.52	24.72	24.91	25.11	100.00						
<b>DEVIASI</b>					10.32	23.07	31.25	38.82	46.90	94.00						

Gambar 2.25 Kurva S