

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN STRUKTUR DAN MANAJEMEN  
KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG LABORATORIUM SMA KEBERBAKATAN  
OLAHRAGA DI MINAHASA**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada  
Program Studi Diploma IV Konsentrasi Bangunan Gedung  
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Demy A. Nayoan

NIM. 12 012 027



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI MANADO  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
TAHUN 2016

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN STRUKTUR DAN MANAJEMEN  
KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
GEDUNG LABORATORIUM SMA KEBERBAKATAN  
OLAHRAGA DI MINAHASA**

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada  
Program Studi Diploma IV Konsentrasi Bangunan Gedung  
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Demy A. Nayoan  
NIM. 12 012 027

Dosen Pembimbing

Estrellita V. Y. Waney, ST, M.EngMgt  
NIP : 19680711 199403 2 002

Seska Nicolaas, ST, MT  
NIP : 19710216 200003 2 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI MANADO  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
TAHUN 2016



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, tangga. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

Suatu bangunan gedung beton bertulang yang berlantai banyak sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (strength), kenyamanan (serviceability), keselamatan (safety), dan umur rencana bangunan (durability) (Hartono, 1999).

Beban-beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (dead load), beban hidup (live load), beban gempa (earthquake), dan beban angin (wind load) menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur (Gideon dan Takim, 1993).

Pada perencanaan struktur atas ini harus mengacu pada peraturan atau pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton bertulang, yaitu Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beton nomor: SK SNI T-15-1991-03, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung tahun 1983, dan lain-lain (Istimawan, 1999).

Manajemen yang baik sangat berperan dalam mewujudkan suatu proyek bangunan. Suatu pekerjaan dianggap berhasil apabila dapat menggunakan dana, sumber daya dan waktu seefisien mungkin, tanpa meninggalkan aspek kualitas dan kuantitas. Manajemen sebagai ilmu mengelola suatu kegiatan yang skalanya dapat bersifat kecil ataupun bahkan sangat besar, mempunyai ukuran tersendiri terhadap

hasil akhir. Dengan menerapkan prinsip-prinsip dasar manajemen yang tepat dalam suatu proyek konstruksi, maka dapat dipastikan suatu proyek konstruksi akan mendapatkan hasil yang maksimal dalam penyelesaian pekerjaan.

Dalam suatu pekerjaan konstruksi sipil, baik itu bangunan transportasi, gedung, dan air tidak pernah lepas dari manajemen proyek diantaranya perhitungan volume, rencana anggaran biaya (RAB). Dalam pelaksanaan pekerjaan rencana anggaran biaya meliputi perencanaan tenaga kerja, alat dan bahan sangat berpengaruh dengan faktor-faktor yang lain. Hal ini sangat penting dalam suatu proyek karena dengan adanya rencana anggaran biaya maka dapat diketahui berapa kebutuhan bahan, alat, tenaga dan dana yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proyek konstruksi.

Karena begitu pentingnya suatu struktur bangunan dan manajemen pada proyek konstruksi, berdasarkan hal ini maka penulis mengambil judul **“TINJAUAN STRUKTUR DAN MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM SMA KEBERBAKATAN OLAHRAGA DI MINAHASA”**.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan**

Tujuan dan manfaat penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menghitung struktur atas pada bangunan laboratorium SMA Keberbakatan Olahraga.
2. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB) dengan mengambil analisa harga satuan tahun 2016.

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Ruang lingkup pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada:

- a) Perhitungan struktur atas terdiri dari elemen kolom, balok dan plat lantai pada bangunan laboratorium SMA Keberbakatan Olahraga dengan metode cross.
- b) Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) struktur atas dengan mengambil analisa harga satuan tahun 2016.

## **1.4 Metode Penelitian**

Dalam penyusunan tugas akhir ini metode yang digunakan penulis adalah:

### **a. Studi Pustaka**

Mempelajari literatur yang berkaitan tentang mekanika teknik, tentang desain struktur yang menunjang materi tugas akhir.

### **b. Analisis Data**

1. Menghitung gaya-gaya dalam struktur dengan perhitungan manual metode Cross dengan mempertimbangkan beban yang bekerja didalam struktur.
2. Merencanakan dan menghitung dimensi tulangan struktur atas dengan analisis hasil perhitungan manual,
3. Menghitung penulangan dan menggambar desain dengan aplikasi program *software* AutoCAD.
4. Hasil akhir diperoleh perhitungan struktur dengan dimensi penulangannya serta rencana anggaran biaya.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dibuat sistematika penulisan yang diharapkan dapat mempermudah pembaca memahami tulisan ini. Berikut ini adalah sistematika penulisan tugas akhir penulis:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan tugas akhir, pembatasan masalah, metode penelitian yang digunakan dan sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II DASAR TEORI**

Merupakan bab yang membahas tentang teori-teori yang melandasi penulisan tugas akhir ini.

### **BAB III PEMBAHASAN**

Pada bab ini dibahas tentang uraian dari judul tugas akhir yang diangkat yaitu tentang perhitungan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur, dimensi elemen struktur atas (kolom, balok dan pelat), penulangan elemen struktur, rencana anggaran biaya.

#### BAB IV PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh hasil perhitungan dan pembahasan dalam tugas akhir, dan juga saran yang berkaitan dengan kesimpulan yang diambil dalam tugas akhir ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Beton di definisikan sebagai “campuran antara semen portland atau semen hidrolok yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan pembentuk massa padat” (SK SNI T-15-1991-03). Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang di buat. Pemilihan material yang memenuhi persyaratan sangat penting dalam perencanaan beton, sehingga di peroleh kekuatan yang optimum. Selain itu kemudahan pekerjaan juga sangat di butuhkan pada perancangan beton. Meskipun suatu struktur beton di rancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat di implementasikan di lapangan karna sulit untuk di kerjakan, maka rancangan tersebut menjadi percuma.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri, dan lain-lain. Saat ini beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak di pakai di dunia.

#### **2.2 Kelebihan Beton**

- Material yang digunakan untuk menyusun beton dapat menggunakan bahan-bahan lokal kecuali semen portland sehingga menyebabkan anggaran untuk membuat beton relatif murah.
- Biaya perawatan termasuk rendah karena beton tahan aus dan tahan api.
- Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.



- Beton bertulang memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan beton tak bertulang atau pasangan batu.
- Beton segar dapat dengan mudah di angkut maupun di cetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung keinginan.

### **2.3 Kekurangan Beton**

- Beton perlu diperkuat dengan tulangan baja karena memiliki kuat tarik yang rendah.
- Harus ada dilatasi pada beton yang panjang dan lebar karena sifat beton yang mengerut pada saat pengeringan dan beton keras dapat mengembang jika basah, sehingga ada celah untuk beton mengembang dan mengerut.
- Selain tujuan diatas, dilatasi juga harus ada untuk mencegah retak-retak karena beton keras dapat mengembang dan menyusut akibat perubahan suhu.
- Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat di masuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
- Bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung di detail secara saksama agar setelah di kombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

### **2.4 Pembebanan Pada Struktur**

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal terpenting dalam perencanaan sebuah gedung. Kesalahan dalam perencanaan beban atau penerapan beban pada perhitungan akan mengakibatkan kesalahan yang fatal pada hasil desain bangunan tersebut. Untuk itu dibutuhkan ketelitian dalam merencanakan pembebanan pada struktur agar bangunan yang didesain tersebut aman pada saat dibangun dan digunakan. Beban memiliki definisi utama yaitu sebagai sekelompok gaya yang bekerja pada suatu luasan struktur.

#### **2.4.1 Jenis-Jenis Beban**

Jenis-jenis beban yang biasa diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati qd (*Dead Load / DL*).

Beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu gedung yang

bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari struktur itu. Yang termaksud beban mati adalah berat struktur sendiri dan juga semua benda yang tetap posisinya struktur berdiri. Tabel 2.1 dibawah ini berisi tentang beban mati pada struktur.

**Tabel 2.1 Beban Mati pada Struktur.**

Beban Mati	Besar Beban
Batu alam	2600 kg/cm <sup>3</sup>
Beton bertulang	2400 kg/cm <sup>3</sup>
Dinding pasangan 1/2 bata	250 kg/cm <sup>2</sup>
Langit-langit + penggantung	18 kg/cm <sup>2</sup>
Lantai ubin	24 kg/cm <sup>2</sup>
Spesi per cm tebal	21 kg/cm <sup>2</sup>

*Sumber: PPIUG (1983)*

2. Beban Hidup  $q_l$  (*Life Load / LL*).

Beban hidup merupakan beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meski dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung oleh banyak faktor. Oleh karena itu faktor beban-beban hidup lebih besar dibandingkan dengan beban mati. Beban hidup pada struktur ditunjukkan seperti pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2 Beban Hidup pada Struktur.**

No	Beban Hidup Lantai Bangunan	Besar beban (kg/m <sup>2</sup> )
1	kantor dan sarana penunjang	250
2	balkon luar	300
3	lantai ruang mesin, dan bangsal	400
4	tangga dan bordes	300
5	lantai leufel	100
6	atap	100

*Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung ( PPIUG 1983)*

## 2.5 Elemen-elemen Struktur

Elemen-elemen struktur yang dapat dijumpai pada struktur bangunan secara khusus struktur atas adalah kolom, balok dan pelat lantai.

### 2.5.1 Kolom

Menurut Sudarmoko (1996), kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur.

Kolom berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan beban bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin.

Kolom harus di rencanakan untuk memikul beban aksial berfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban berfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang di tinjau. Untuk konstruksi rangka atau struktur menerus, pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar ataupun dalam harus di perhitungkan. Kolom bertulang hampir selalu mengalami lentur, selain juga gaya aksial, sebagai akibat kondisi pembebanan dan hubungan dengan elemen struktur lain.

Elemen struktur kolom mempunyai nilai perbandingan antara panjangnya dengan dimensi penampang melintang relatif kecil di sebut kolom pendek dan kegagalannya di tentukan oleh tekuk. Dalam perhitungan momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom dapat di anggap terjepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu dengan komponen struktur lainnya. Momen yang bekerja di setiap level lantai atau atap harus di pada kolom atas dan di bawah berdasarkan kekakuan relatif kolom.

Perbandingan  $b/h$  dari kolom tidak  $<$  dari 0,4 dan dimensi minimumnya = 300 mm. diameter tulangan yang di gunakan pada kolom harus  $>$  12 mm. diameter

minimum sengkang untuk kolom harus 8mm. lusan tulangan minimum untuk beban = 1% dari luas penampang dan luas tulangan maksimumnya = 6%.

Semua dimensi kolom berbentuk bujur sangkar dengan lebar minimal sama dengan lebar balok yang di tumpuhnya, dan harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*” pasal 3.14.4 ayat 1.

$b_{min} = 300\text{mm}$ , dimana

$$\frac{b}{h} \geq 0,4 \text{ dan } \frac{L}{b} \leq 16$$

dimana :

$b$  = dimensi penampang terpendek (mm)

$h$  = dimensi penampang yang tegak lurus penampang terpendek (mm)

$L$  = tinggi kolom (mm)

Langkah selanjutnya adalah menentukan rencana tulangan kolom dengan menggunakan kurva diagram interaksi, sebagai berikut:

- Menentukan luas penampang bruto kolom ( $A_{gr}$ ).

$$A_{gr} = b \times h$$

- Menentukan nilai sumbu vertikal.

$$\frac{P_u}{\phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f'_c}$$

dimana:  $P_u$  adalah beban aksial kolom

- Menentukan nilai sumbu horisontal.

$$\frac{P_u}{\phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f'_c} \times \frac{e_t}{h}$$

- Menentukan nilai  $d'/h$

- Plot nilai sumbu vertikal dan sumbu horizontal sehingga didapatkan nilai  $r$ .



sepanjang bentangnya.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar.

Balok berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya.

Balok harus mempunyai perbandingan lebar/tinggi  $> 0,3$  dan lebar balok harus lebih besar dari 250 mm dan tidak boleh lebih besar dari kolom yang mendukungnya di tambah  $\frac{3}{4}$  kali tinggi balok.

Syarat dimensi awal balok harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*” Tabel 3.2.5(a) dan pasal 3.14.3 ayat 1.

Syarat minimum :

untuk balok persegi tulangan rangkap

$$h_{\min} = \frac{L}{16}$$

$$b_{\min} = \frac{1}{2} h$$

dimana :

b = lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

L = panjang bentang balok, di ukur dari As ke As (mm)

Setelah proses *preliminary design* balok selesai, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai dibawah ini berdasarkan hasil Mu (momen negatif max. di tumpuan), yang kemudian akan menghasilkan dimensi tulangan pada balok di tumpuan dan lapangan. Berdasarkan perencanaan balok persegi tulangan rangkap,

nilai-nilai yang harus ditentukan untuk mendapatkan dimensi tulangan tersebut adalah sebagai berikut:

- Menentukan Mu (momen negatif max. di tumpuan)
- Menentukan  $\rho_{balance}$

$$\rho_{balance} (\rho_b) = \frac{B1 \times 0,85 \times f'c}{fy} \left( \frac{600}{600+fy} \right)$$

- Menentukan  $\rho_1$

$$\rho_1 = 0.5 \rho_b \text{ dan } A_s = \rho_1 \times b \times d$$

- Menentukan  $\alpha$

$$\alpha = \frac{As1 \times 0,85 \times f'c}{fy} \text{ dan } Mn1 = As1 \times Fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

- Menentukan nilai Mn perlu

$$Mn2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn1 > 0$$

- Control tulangan tekan leleh

$$\rho - \rho' > \frac{0,85 \times f'c \times B1 \times d'}{fy \times d} \times \frac{600}{600 - fy} \text{ dimana } \rho - \rho' = \rho_1 = 0.5 \rho_b$$

Jika tulangan tekan sudah leleh, maka  $F_s' = F_y$

- Menentukan tekan tekan belum leleh

- $F_s' = E_s \times \epsilon_s$  dimana  $E_s = 200000$  dan  $\epsilon_s = 0.003 \left( 1 - \frac{0,85 \times f'c \times B1 \times d'}{\rho \times fy \times d} \right)$

- Menentukan nilai  $A_s'$

$$A_s' = \frac{Mn2}{F_s'(d-d')}$$

- Menentukan  $A_s' = A_2$  dan  $A_s = A_{s1} + A_{s2}$

$$Mn \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times fy \times (d - a/2)$$

- Control terhadap  $\rho_{max}$

$$\rho < 0.75 \rho_b + \rho' \times \frac{F_s'}{F_y'} \text{ dimana } \rho =$$

- Control terhadap Mu

$$Mu < \Phi Mn \text{ dimana}$$

$$Mn = ((A_s \times F_y) - (A_s' \times F_s')). \left( d - \frac{a}{2} \right) + (A_s \times F_s). (d - d')$$

### 2.5.3 Pelat

Pelat adalah komponen struktur yang merupakan sebuah bidang datar yang lebar dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar dan merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja tergantung sistem strukturnya. Apabila pada struktur pelat perbandingan bentang panjang terhadap lebar kurang, maka akan mengalami lendutan pada kedua arah sumbu. Beban pelat dipikul pada kedua arah oleh empat balok pendukung sekeliling panel plat, dengan demikian pelat menjadi satu plat yang melentur pada kedua arah. Dengan sendirinya pula penulangan untuk pelat tersebut harus menyesuaikan.

Pelat lantai berfungsi untuk menahan beban mati (berat sendiri pelat, beban tegel, beban spesi, beban penggantung, dan beban plafond), serta beban hidup yang bekerja di atasnya, kemudian menyalurkan beban-beban tersebut ke balok dibawahnya.

Tebal plat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*” Pasal 3.2.5 Ayat 3, yaitu:

Menentukan  $l_{n1}$ ,  $l_{n2}$ ,  $\beta$ ,  $h_{maks}$ ,  $h_{min}$ .

dimana:

$l_{n1}$  = bentang bersih terpanjang, diukur dari muka kolom dan atau balok.

$l_{n2}$  = bentang bersih terpendek, diukur dari muka kolom dan atau balok.

$$B = \frac{l_{n1}}{l_{n2}}$$

$$h_{maks} = l_{n1} \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36}$$

$$h_{min} = l_{n1} \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

dimana :

$\beta$  = rasio panjang bentang terpanjang dengan panjang bentang terpendek

$F_y$  = tegangan leleh baja (MPa)

$H$  = tebal plat (mm)

Langkah selanjutnya adalah menyelesaikan perhitungan penulangan plat lantai dengan metode koefisien momen.



Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan panel yang akan ditinjau.
- Menentukan tebal plat.
- Menentukan beban-beban yang bekerja.
- Menghitung momen-momen pada panel berdasarkan tinjauan panel dengan rumus:  $M = (0,01 \times q \times L_x^2 \times X)$ .
- Kontrol perbandingan  $L_y$  dan  $L_x$  dari masing-masing panel.
- Menentukan momen maksimum yang bekerja dari setiap panel yang ditinjau.
- Desain tulangan plat.
- Menggambar tulangan.

## 2.6. Metode CROSS

Metode CROSS atau biasa disebut metode distribusi momen pertama kali diperkenalkan oleh Harry Cross pada tahun 1933 dalam bukunya yang berjudul "Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moments". Metode ini merupakan salah satu metode yang dipakai untuk analisis struktur balok menerus dan portal statis tak tentu.

Metode distribusi momen didasarkan pada anggapan sebagai berikut:

1. Perubahan bentuk akibat gaya normal dan gaya geser diabaikan, sehingga panjang batang-batangnya tidak berubah.
2. Semua titik simpul (buhul) dianggap kaku sempurna.

Langkah-langkah menyelesaikan metode cross pada balok menerus adalah sebagai berikut :

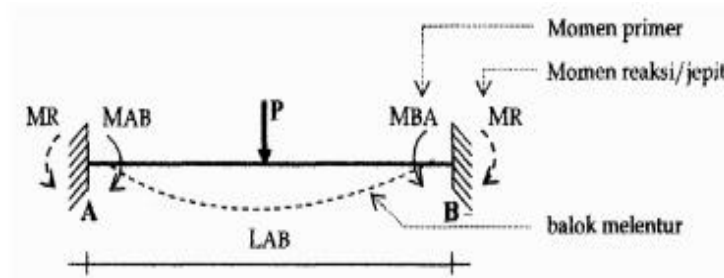
- 1) Mencari momen primer untuk setiap batang yang terbebani beban luar.
- 2) Menentukan faktor kekakuan batang.
- 3) Menentukan faktor distribusi untuk setiap titik kumpul.
- 4) Menghitung momen ujung jepit (*fixed-end momen*).
- 5) Perataan momen atau distribusi momen cross tergantung dari pada momen primer didistribusikan sesuai dengan kekakuan yang dinyatakan dengan

koefisien distribusi dan faktor pemindah (*carry over factor*) =  $\frac{1}{2}$ . Perataan momen dengan tabel cross menghasilkan momen titik (karena diperhatikan dari titik kumpul). Banyaknya kolom pada tabel sama dengan jumlah momen yang akan dihasilkan sesuai bentuk perletakan.

- 6) Untuk perhitungan yang benar akan didapat momen pada satu titik berlawanan tanda atau jumlahnya sama dengan nol.
- 7) Perhitungan reaksi perletakan dengan mengubah momen hasil distribusi menjadi momen batang gambar bidang momen, lintang dan normal.

### 2.6.1 Momen Primer

Momen primer adalah momen yang terjadi pada ujung batang sebagai akibat dari beban-beban yang bekerja di sepanjang batang. Besarnya momen primer sama dengan momen jepit (momen reaksi) dengan tanda atau arah yang berlawanan. Momen primer biasanya digambarkan melengkung pada bagian dalam ujung batang dengan arah tertentu sesuai dengan pembebanan.

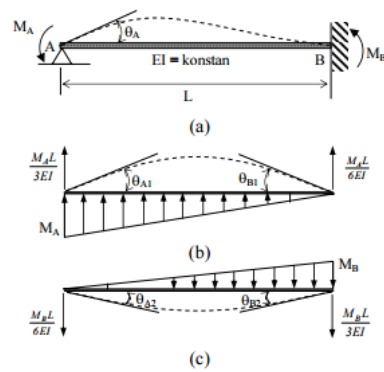


**Gambar 2.2** Momen Primer dan Momen Reaksi

### 2.6.2 Angka Kekakuan Dan Induksi

Untuk mengembangkan detail tentang prosedur metode distribusi momen (Cross), perlu diketahui beberapa hal yang akan di kemukakan berikut ini.

Jika momen  $M_A$  dikerjakan pada ujung sendi dari suatu balok yang memiliki momen inersia seragam, dimana menumpu pada sendi pada salah satu ujungnya dan jepit di ujung lainnya seperti yang di tunjukan pada gambar 2.3, maka pada ujung sendi akan terjadi rotasi sebesar  $\theta_A$  dan momen  $M_B$  pada ujung jepitnya.



**Gambar 2.3** Penentuan Angka Kekakuan Dan Angka Induksi Ujung Jepit

Diagram momen lentur balok tersebut dapat diuraikan menjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 (b) dan (c). Berdasarkan teorema balok konjugasi,

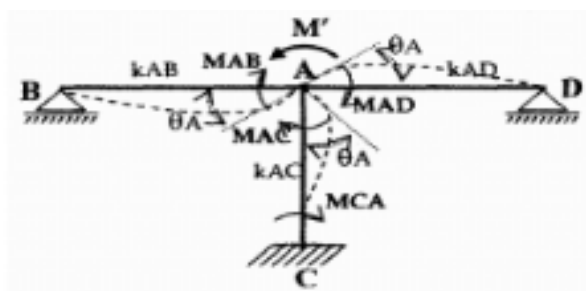
$$\text{besarnya } \theta_B = \theta_{B1} - \theta_{B2} = \frac{MAL}{6EI} - \frac{MBL}{3EI} = 0$$

maka diperoleh :

$$M_B = \frac{1}{2} M_A.$$

### 2.6.3 Faktor Distribusi Momen

Apabila struktur portal bekerja momen primer sebesar  $M'$  di simpul A (gambar 2.4), maka di masing-masing ujung batang simpul A akan terjadi distribusi momen sebesar  $M_{AB}$ ,  $M_{AC}$ , dan  $M_{AD}$  dengan arah berlawanan momen primer  $M'$ . Hal ini terjadi karena simpul A kaku sempurna, sehingga batang-batang berputar menurut garis elastisnya guna mendapatkan keseimbangan.



**Gambar 2.4** Contoh Distribusi Momen

Faktor distribusi diperhitungkan terhadap titik kumpul (titik pertemuan 2 batang atau lebih).

$$\mu = \frac{K}{\Sigma K}$$

K = faktor kekakuan batang

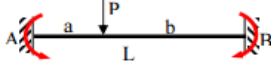
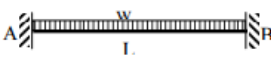
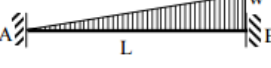
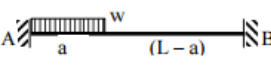

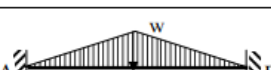
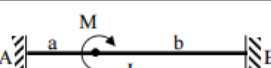
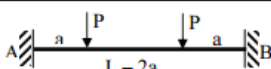
$\Sigma k$  = jumlah faktor kekakuan titik kumpul

Untuk memenuhi persyaratan keseimbangan pada titik buhul, jumlah angka distribusi pada suatu titik buhul adalah harus sama dengan satu, misalnya pada titik buhul A yang di tinjau seperti pada gambar 2.3 di atas maka jumlah AB + AD + AC harus sama dengan 1.

#### 2.6.4 Momen Ujung Jepit (*Fixed-end Moment*)

Jika suatu balok yang tumpuannya adalah jepit-jepit untuk melawan rotasi atau traslasi menerima beban luar arah transversal, maka balok tersebut dinamakan dengan balok ujung jepit (*fixed-end beam*). Momen yang bekerja akibat beban luar ini di sebut dengan momen ujung jepit (*Fixed-end Moment*).

**Tabel 2.3** Beberapa Jenis Momen Ujung Jepit (FEM)

FEM <sub>AB</sub>	Pembebanan	FEM <sub>BA</sub>
$\frac{Pab^2}{L^2}$		$-\frac{Pa^2b}{L^2}$
$\frac{wL^2}{12}$		$-\frac{wL^2}{12}$
$\frac{wL^2}{30}$		$-\frac{wL^2}{30}$
$\frac{wL^2}{12} \left( 6 - 8\frac{a}{L} + 3\frac{a^2}{L^2} \right)$		$-\frac{wL^2}{12} \left( 4 - 3\frac{a}{L} \right)$
$\frac{wa^3}{60L} \left( 5 - 3\frac{a}{L} \right)$		$-\frac{wa^2}{60} \left( 16 - 10\frac{a}{L} + 3\frac{a^2}{L^2} \right)$
$\frac{5wL^2}{96}$		$-\frac{5wL^2}{96}$
$-b(2a-b)\frac{M}{L^2}$		$-a(2b-a)\frac{M}{L^2}$
$\frac{Pa}{L}(L-a)$		$-\frac{Pa}{L}(L-a)$

### 2.6.5 Perataan Momen (Distribusi momen cross)

Perataan momen atau distribusi momen cross tergantung dari pada momen primer didistribusikan sesuai dengan kekakuan yang dinyatakan dengan koefisien distribusi dan faktor pemindah (*carry over factor*) =  $\frac{1}{2}$ . Perataan momen dengan tabel cross menghasilkan momen titik (karena diperhatikan dari titik kumpul). Banyaknya kolom pada tabel sama dengan jumlah momen yang akan dihasilkan sesuai bentuk perletakan.

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian hitungan perataan momen dengan bantuan Microsoft Excel :

1. masukkan nama titik kumpul (*joint*) ke baris yang telah disiapkan dalam tabel.
2. masukkan nama batang (*member*) ke baris yang telah disiapkan dalam tabel.
3. masukkan nilai kekakuan relatif (K) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel.
4. masukkan faktor distribusi (DF) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel.
5. masukkan momen primer (FEM) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel.
6. hitung besarnya "momen pengimbang" (BAL) pada baris yang telah disiapkan dalam tabel (ingat  $BAL = -\mu \times M^0$ ).
7. hitung besarnya momen induksi (CO) )pada baris yang telah disiapkan dalam tabel (ingat induksi terjadi "(CO " adalah sebesar "  $\frac{1}{2}$  " dari besarnya moment pada batang yang sama).
8. selanjutnya dikerjakan dengan cara yang untuk masing-masing siklus (*cycle*), dengan cara meng-copy rumus perhitungan sebelumnya.

### 2.6.6 Reaksi Perletakan

Jenis dan Sifat Perletakan serta komponennya.

Perletakan/tumpuan adalah titik pertemuan yang berfungsi sebagai landasan seperti yang ada pada pertemuan pada bentang balok dengan kolom atau sebaliknya. Titik pertemuan ini yang dianggap sebagai perletakan/tumpuan. Penggunaan jenis

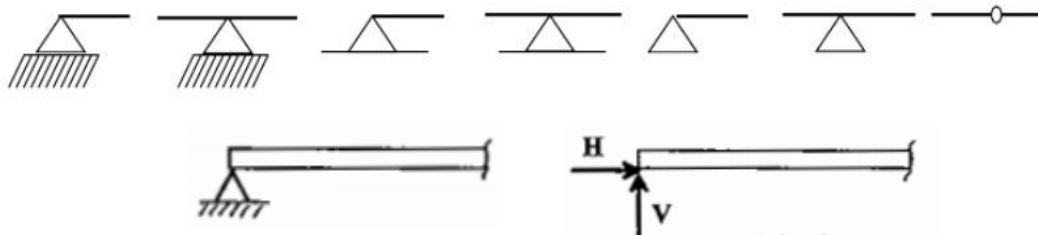
perletakan/tumpuan ini tergantung pada sistem struktur yang diingini dan biasanya yang digunakan berupa kombinasi perletakan/tumpuan.

Terdapat 3 macam perletakan/tumpuan dasar, yaitu :

1. Perletakan/ tumpuan sendi, ciri-cirinya :

- a) Perletakan/tumpuan ini mencegah translasi tetapi tidak mencegah rotasi, dengan kata lain dapat menahan gaya dari segala arah, tetapi tidak dapat menahan momen (perputaran).
- b) Tumpuan ini mempunyai dua komponen, yang satu dalam arah horizontal (gaya arah sejajar bidang perletakan) dan yang lainnya dalam arah vertikal (gaya arah tegak lurus bidang perletakan). Jadi, pada tumpuan ini terdapat 2 reaksi perletakan ( 2 variabel yang tidak diketahui).

Simbol atau tanda perletakan sendi :

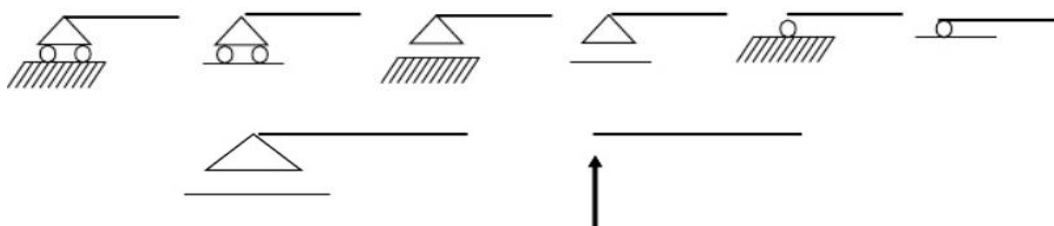


**Gambar 2.5** Permodelan Perletakan/Tumpuan Sendi

2. Perletakan/ tumpuan rol, ciri-cirinya :

- a) Tumpuan ini hanya bisa menahan gaya vertikal saja (mencegah translasi dalam arah gaya tegak lurus bidang perletakan), sebab apabila menerima gaya horisontal, rol akan bergerak atau bergeser sesuai arah gaya yang bekerja.
- b) Tumpuan ini mempunyai satu komponen, dalam arah gaya tegak lurus bidang perletakan. Jadi, pada tumpuan ini terdapat 1 reaksi perletakan (1 variabel yang tidak diketahui).

c) Simbol atau tanda perletakan/tumpuan rol :

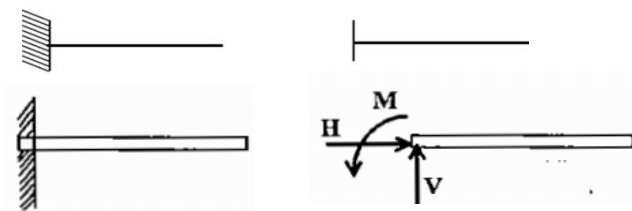


**Gambar 2.6** Permodelan Perletakan/Tumpuan Rol

3. Perletakan/ tumpuan jepit, ciri-cirinya :

- a) Perletakan/tumpuan ini sering disebut perletakan kaku, artinya tidak dapat mengalami translasi (perpindahan) dalam semua arah dan tidak dapat mengalami rotasi (perputaran).
- b) Tumpuan ini mampu menahan gaya arah sejajar bidang perletakan (gaya horisontal) dan gaya tegak lurus bidang perletakan (gaya vertikal), serta mampu menahan momen. Jadi, pada tumpuan ini terdapat 3 reaksi perletakan. (3 variabel yang tidak diketahui).

Simbol atau tanda perletakan/tumpuan jepit :



**Gambar 2.7** Permodelan Perletakan/Tumpuan Jepit

Langkah perhitungan reaksi perletakan :

- a) Sketsa kembali.
- b) Periksa apakah struktur tersebut statis tertentu dan stabil.
- c) Jika struktur tersebut statis tertentu dan stabil, maka misalkan arah kerja reaksi perletakan sesuai dengan jenis perletakan dan beri nama setiap reaksinya sesuai dengan titik dimana reaksi itu bekerja.
- d) Uraikan semua gaya yang diperlukan (misalnya gaya yang miring dan beban terbagi rata).
- e) Hitung reaksi dengan persamaan keseimbangan :
  - $\Sigma V = 0$  (Jumlah komponen vertikal gaya sama dengan nol).
  - $\Sigma H = 0$  (Jumlah komponen horisontal gaya sama dengan nol).
  - $\Sigma M = 0$  (Jumlah momen disekitar suatu titik tertentu sama dengan nol).
- f) Kontrol hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan yang belum pernah dipakai dalam perhitungan struktur yang sedang dihitung reaksi perletakannya.

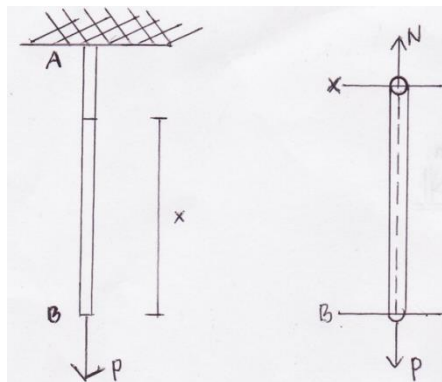
### 2.6.7 Gaya-Gaya Dalam

Gaya dalam adalah gaya rambat yang diimbangi oleh gaya yang berasal dari bahan konstruksi, berupa gaya lawan, dari konstruksi.

Analisa hitungan gaya dalam dan urutan hitungan ini dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut :

- 1) Menetapkan dan menyederhanakan konstruksi menjadi suatu sistem yang memenuhi syarat yang diminta.
- 2) Menetapkan muatan yang bekerja pada konstruksi bangunan. Menghitung keseimbangan luar.
- 3) Menghitung keseimbangan luar.
- 4) Menghitung keseimbangan dalam.
- 5) Memeriksa kembali semua hitungan.

Dengan syarat demikian konstruksi yang dibahas akan digambarkan sebagai suatu garis sesuai dengan sumbu konstruksi, yang selanjutnya disebut : *Truktur* misalkan pada balok dijepit salah satu ujungnya dibebani oleh gaya P seperti dalam gambar 2.8.

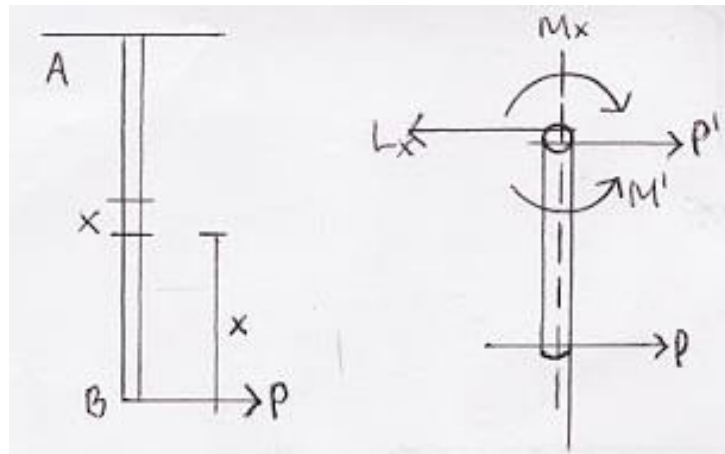


**Gambar 2.8** Balok Dengan Dengan Tumpuan Jepit

Maka dapat diketahui dalam konstruksi tersebut timbul gaya dalam. Apabila konstruksi dalam keadaan seimbang, maka pada suatu titik X sejauh  $x$  dari B akan timbul gaya dalam yang mengimbangi P. Gaya dalam yang mengimbangi gaya aksi ini tentunya bekerja sepanjang sumbu batang sama besar dan mengarah berlawanan dengan gaya aksi ini. Gaya dalam ini di sebut gaya Normal (N).

Bila gaya aksi berbalik arah maka berbalik pula arah gaya normalnya. Nilai gaya normal di titik X ini dinyatakan sebagai  $N_x$ .





**Gambar 2.9** Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Balok

Gambar 2.9 menggambarkan gaya  $P$  yang merambat sampai titik  $X$  dan menimbulkan gaya sebesar  $P'$  dan  $M'$ . Apabila struktur dalam keadaan seimbang maka tiap-tiap bagian harus pula dalam keadaan seimbang. Selanjutnya gaya  $P'$  dan  $M'$  harus pula diimbangi oleh suatu gaya dalam yang sama besar dan berlawanan arah, yaitu gaya dalam  $L_x$  dan  $M_x$ . Gaya tersebut merupakan sumbu dari bagian  $XA$  yang mengimbangi  $P'M'$ . Gaya dalam yang tegak lurus sumbu disebut Gaya lintang, disingkat  $L_x$  dan momen yang menahan lentur pada bagian ini disebut disebut momen lentur ( $M_x$ ).

## 2.7 Prinsip Dasar Manajemen Proyek

Dalam proses penyelesaian proyek pembangunan ini ada hal yang sangat penting dari awal sampai akhir yang menjadi tanggung jawab baik pemilik, konsultan maupun kontraktor pelaksana, maka dipilih suatu cara yang tepat yaitu sistem manajemen guna memecahkan masalah-masalah yang terjadi di lapangan, diperlukannya suatu cara/suatu proses atau kerangka kerja, yang melibatkan bimbingan atau pengarahan suatu kelompok orang-orang ke arah tujuan atau maksud yang nyata, diantaranya meniadakan kecenderungan untuk melaksanakan sendiri semua urusan. Sejalan dengan perkembangan kebudayaan manusia pengetahuan manajemen sebagai karya-karya praktik yang nyata sebab manajemen merupakan suatu kekuatan yang mempunyai fungsi sebagai alat pemersatu, penggerak dan pengkoordinir faktor alam, tenaga dan modal.

Dipergunakannya manajemen sebab manajemen adalah sebagai ilmu dan seni yang merupakan bentuk kerja, berfungsi penting sebagai pedoman kegiatan, standar pelaksanaan, sumber motivasi maupun sebagai dasar rasional pengorganisasian agar pelaksanaan kegiatan-kegiatan dapat mencapai suatu tujuan yang berhasil dan berdaya guna secara cepat, efektif dan efisien.

### 2.7.1 Pengertian Manajemen

Manajer proyek memerlukan kemampuan dan keterampilan mengenai manajemen pada umumnya, tetapi hal ini tidak cukup karena proyek mempunyai sifat dan ciri tertentu sehingga untuk melaksanakan manajemen proyek diperlukan penyesuaian dan penyeserasian. Sehubungan dengan apa yang disebut di atas maka di bawah ini akan diuraikan terlebih dahulu pengertian mengenai manajemen pada umumnya sebelum diuraikan lebih lanjut mengenai manajemen proyek.

Ada beberapa pendapat dari pengamat mengenai konsep manajemen, yang akan disebut di bawah ini:

- John D. Millet

John D. Millet menyatakan bahwa: "Manajemen adalah proses mengarahkan dan melancarkan pekerjaan sekelompok orang-orang untuk mencapai tujuan yang diharapkan".

- Elmore Petersons & E. Grosvenor Plowman

Petersons dan Plowman berpendapat bahwa. "Manajemen dapat didefinisikan sebagai suatu teknik atau cara untuk menentukan, menggolongkan dan melaksanakan maksud dan tujuan sekelompok manusia".

- Ordway Tead

"Manajemen adalah proses dan badan yang mengarahkan dan membimbing kegiatan suatu organisasi dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan".

- John F. Mee

"Manajemen adalah suatu seni untuk mencapai hasil sebesar-besarnya dengan jerih payah sekecil-kecilnya, dengan demikian memperoleh kemakmuran dan kebahagiaan bagi majikan dan buruh serta pula memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada masyarakat".

- S. Kimball and D.S. Kimball Jr.  
"Manajemen mencakup semua tugas dan fungsi yang berkenaan dengan pendirian suatu perusahaan, pembiayaan, penentuan kebijaksanaan, penyediaan semua peralatan yang diperlukan, penyusunan kerangka umum organisasi serta pemilihan pejabat-pejabat terasnya".
- Huibert Tarore  
Suatu proses terpadu penggunaan sumber daya yang dituangkan dalam suatu wadah tertentu agar efisien dan efektif, untuk mencapai tujuan atau sasaran dengan menggunakan metodik dan sistematis tertentu dalam batas ruang dan waktu tertentu.
- George R. Terry  
"Manajemen adalah suatu proses yang khas dan meliputi perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengawasan, yang di tiap bidang mempergunakan ilmu pengetahuan dan seni secara teratur untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan".

### 2.7.2 Tujuan Manajemen Rekayasa

Tujuan manajemen rekayasa pada umumnya dipandang sebagai pencapaian suatu sasaran tunggal dan jenis terdefiniskan. Dalam rekayasa sipil, pencapaian sasaran itu saja tidak cukup karena banyak sasaran penting lainnya yang juga harus dapat dicapai. Sasaran ini dikenal sebagai sasaran sekunder dan bersifat sebagai kendala (*constraint*).

Pelaksana proyek konstruksi berorientasi pada penyelesaian proyek sedemikian rupa sehingga jumlah sumber posisi minimum. Aspek penting ini dapat dicapai melalui penggunaan teknik manajemen yang baik, yang mencakup:

- Pembentukan situasi di mana keputusan yang mantap dapat diambil pada tingkat manajemen yang paling rendah dan mendelegasikan kepada mereka yang mampu.
- Motivasi orang-orang untuk memberikan yang terbaik dalam batas kemampuannya dengan menerapkan hubungan manusiawi.
- Pembentukan semangat kerjasama kelompok dalam organisasi sehingga fungsi organisasi dapat berjalan secara utuh.

- Penyediaan fasilitas yang memungkinkan orang-orang yang terlibat dalam proyek meningkatkan kemampuan dan cakupannya.

### 2.7.3 Fungsi Manajemen

Manajemen pengelolaan setiap proyek rekayasa sipil meliputi delapan dasar manajemen yang dibagi menjadi tiga bagian kegiatan, yaitu:

- Kegiatan perencanaan
  - Penetapan tujuan (*goal setting*)
  - Perencanaan (*planning*)
  - Pengorganisasian (*organizing*)
- Kegiatan pelaksanaan
  - Pengisian staf (*staffing*)
  - Pengarahan (*directing*)
- Kegiatan pengendalian
  - Pengawasan (*supervising*)
  - Pengendalian (*controlling*)
  - Koordinasi (*coordinating*)

### 2.7.4 Sistem Manajemen Proyek

Sebuah sistem pada dasarnya merupakan suatu set atau susunan alat-alat, barang-barang, atau perangkat kerja, yang saling tergantung satu sama lain sedemikian sehingga membentuk suatu kesatuan yang kompleks. Sedangkan sistem manajemen dapat diartikan sebagai suatu set yang terdiri atas susunan terpadu dari konsep-konsep, dasar-dasar pengertian, atau teknik-teknik pengamanan, yang berkaitan dengan manajemen. Sistem manajemen proyek disusun dan dijabarkan menjadi seperangkat pengertian-pengertian, alat-alat, dan petunjuk tata cara yang mudah untuk dilaksanakan sedemikian sehingga:

- Mampu menghubungkan dan menjembatani kesenjangan persepsi di antara para perencana pembangunan dan pelaksananya, sehingga kesemuanya mempunyai satu kerangka konsep yang sama tentang kriteria keberhasilan suatu proyek.

- Dapat memberikan kesamaan bahasa yang sekaligus memadukan tertib teknis dan sosial, yang dapat diterapkan pada setiap proyek disetiap jenjang dengan cara-cara sederhana, jelas, dan sistemati.
- Mampu mewujudkan suatu bentuk kerjasama dan koordinasi antar satuan organisasi pelaksanaannya sehingga terwujud suatu semangat bersama untuk merencanakan proyek secara terinci, dan cukup cermat dalam mengantisipasi masalah-masalah yang akan timbul dalam pelaksanaannya.

## **2.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Yang dimaksud dengan rencana dan anggaran biaya ini ialah merencanakan sesuatu bangunan dalam bentuk dan faedah dalam penggunaannya, beserta biaya yang diperlukan dan susunan-susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dalam bidang teknik.

Bachtiar Obrahim dalam bukunya Rencana dan Estimasi *Real Of Cost*, 1993, yang dimaksud Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

- Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (*cross section*) dan profil memanjang (*long section*).

- Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya umum dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Ada dua faktor yang mempengaruhi penyusunan anggaran biaya suatu bangunan yaitu faktor teknis dan non teknis. Faktor teknis antara lain berupa ketentuan-ketentuan dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan pembuatan bangunan serta gambar-gambar konstruksi bangunan. Sedangkan faktor non teknis meliputi harga bahan-bahan bangunan dan upah tenaga kerja.

Selain kedua faktor tersebut masih ada satu faktor lagi yang ikut berpengaruh dalam penyusunan anggaran biaya, yaitu peraturan-peraturan pemerintah yang ada hubungannya dengan penyelenggaraan suatu bangunan, terutama suatu bangunan Negara/Pemerintah (spesifikasi teknik).

Menyusun anggaran biaya adalah menghitung atau menaksir harga dari suatu pekerjaan secara garis besar. Analisa anggaran biaya dibagi dalam 2 (dua) metode yaitu:

1. Metode anggaran biaya raba/perkiraan (*Cost Estimate*)

Perhitungan anggaran biaya perkiraan ini dipakai sebagai bahan pertimbangan sebelum memakai anggaran biaya teliti. Metode terkisar ini digunakan sebagai control awal suatu harga dasar bangunan. Biasanya dibuat oleh pemilik proyek (*owner*).

2. Metode anggaran biaya pasti/definitif

Anggaran biaya pasti adalah anggaran biaya dari suatu bangunan atau proyek yang dihitung berdasarkan jenis pekerjaan dengan memakai satuan analisa pekerjaan.

Anggaran biaya pasti disusun setelah diteliti-telitinya dan selengkap-lengkapinya, karena hasil yang diharapkan ialah harga bangunan pasti atau harga bangunan yang sebenarnya.

Anggaran Biaya suatu bangunan atau proyek ialah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek.

Susunan rekapitulasi rencana anggaran biaya adalah jumlah dari masing-masing hasil perkalian volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$RAB = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonin, 2000. *SNI 03 2847 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Bachtiar, 1. 2007. *Rencanakan Dan Estimasi Real Of Cost Jilid IV* Jakarta.
- Daftar Harga Satuan Bangunan Gedung Negara Dinas PU Kota Manado 2016.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung.
- Ervianto. 1(2002). *Manajemen Proyek Konstruksi Yogyakarta*. Penerbit Andi.
- Klefar, Phillipe. *Perhitungan Cara Cross*.
- Setiawan, Agus. 2015. *Analisis Struktur*, Jakarta. Erlangga.
- Suggono. Kh. 1984. *Buku Teknik Sipil*. Bandung. Nova.