

**TUGAS AKHIR**

**“PERHITUNGAN STRUKTUR BAWAH DAN  
PERENCANAAN MANAJEMEN SUMBER DAYA  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PLAZA RATAHAN  
DI MINAHASA TENGGARA”**

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

Oleh :  
**Sally Marselina Randang**  
12 012 058



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

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proyek Pembangunan Plaza Ratahan merupakan pembangunan infrastruktur di Kabupaten Minahasa Tenggara sebagai salah satu pusat perbelanjaan. Dengan menjadi salah satu pusat perbelanjaan yang ada, maka keamanan dan kenyamanan pengguna gedung harus menjadi perhatian perencana maupun pelaksana proyek. Banyak hal yang harus dipertimbangkan dan direncanakan dengan cermat, perencanaan kekuatan struktur bangunan dan perencanaan manajemen sumber daya merupakan salah satu yang harus di perhatikan.

Pondasi merupakan elemen struktur bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan beban-beban dari struktur atas ke lapisan tanah keras yang mendukung keseluruhan beban dari bangunan tersebut. Pada bangunan gedung plaza ini, jenis pondasi yang di gunakan adalah pondasi telapak. Dalam mengikuti perkembangan jaman yang terjadi, maka harus ada strategi-strategi yang diterapkan dalam menjalankan setiap aktivitas pekerjaan, salah satunya dalam dunia konstruksi, harus ada system manajemen yang benar dalam pelaksanaan proyek tersebut.

Pada dasarnya setiap pelaksanaan proyek akan bertemu dengan masalah-masalah pokok yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Maka untuk bisa tetap mengerjakan proyek tanpa mengalami keterlambatan pihak kontraktor harus mengelola dan mengendalikan kegiatan yang terjadi dalam proyek.

Suatu perencanaan diperlukan dan digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan proyek sehingga proyek dapat dilaksanakan dengan waktu yang efisien. Sumber daya itu adalah dana, tenaga dan material. Jika hal ini dapat diatur sedemikian rupa, maka dapat mengoptimalkan kinerja proyek yang berlangsung.

struktur bangunan itu sendiri terdiri atas dua bagian besar yaitu struktur atas dan struktur bawah. Dalam penulisan tugas akhir ini akan dibahas secara khusus tentang struktur bawah yaitu pondasi dan juga tentang manajemen sumber daya pada pembangunan Plaza Ratahan. Mengingat pentingnya fungsi pondasi sebagai salah satu elemen struktur bangunan, maka penulis perlu untuk mengkaji kembali perencanaan pondasi telapak pada Gedung Plaza Ratahan. Selain itu dalam penulisan

tugas akhir ini, penulis juga bermaksud membahas tentang manajemen sumber daya yang ada pada proyek pembangunan Plaza Ratahan. Kedua hal inilah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini dengan judul “Perhitungan Struktur Bawah dan Perencanaan Manajemen Sumber Daya pada Proyek Pembangunan Plaza Ratahan, di Minahasa Tenggara.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud penulisan tugas akhir ini adalah menghitung kembali pondasi dan manajemen sumber daya pada pembangunan Plaza Ratahan.

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung kembali dimensi dan menentukan tulangan yang ada pada pondasi telapak.
- b. Merencanakan sistem manajemen sumber daya pada proyek pembangunan Plaza Ratahan.
- c. Metode pelaksanaan di lokasi proyek pembangunan Plaza Ratahan

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Penyusunan tugas akhir ini hanya pada lingkup struktur bawah dan perencanaan manajemen sumber daya yang ada dan pembahasannya di batasi pada:

- a. Perhitungan pondasi telapak berdasarkan teori Terzhagi
- b. Perencanaan manajemen sumber daya, hanya meliputi material, tenaga kerja dan waktu
- c. Rencana Anggaran Biaya dan Kurva S

## **1.4 Metode Penelitian**

Metode yang akan di gunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

- a. Pengumpulan data dengan cara observasi atau pengamatan dilapangan sambil mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk penyusunan tugas akhir
- b. Studi Literatur, yaitu dengan membaca dan mengumpulkan referensi juga buku-buku panduan yang berkaitan dengan topik tugas akhir dan berisi materi pendukung untuk penyusunan tugas akhir

- c. Konsultasi dengan dosen pembimbing juga dosen lain dan pihak-pihak terkait dengan penyusunan tugas akhir untuk mengarahkan penulisan.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Perhitungan Struktur Bawah dan Perencanaan Manajemen Sumber Daya pada Proyek Pembangunan Plaza Ratahan, di Minahasa Tenggara” adalah :

#### **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 kekuatan juga dimensi dari pondasi telapak dan juga perencanaan manajemen sumber daya.

#### **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**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pondasi**

##### **2.1.1 Pengertian Pondasi**

Menurut Bambang Surendro (2014) dalam ilmu teknik sipil, struktur bangunan di bagi menjadi dua bagian utama, yaitu struktur bangunan di dalam tanah dan struktur bangunan di atas tanah. Struktur bangunan di dalam tanah sering di sebut struktur bawah, sedangkan struktur bangunan di atas tanah sering di sebut struktur atas. Struktur bawah dari suatu bangunan lazim di sebut pondasi, yang bertugas untuk memikul bangunan di atasnya. Seluruh muatan (beban) dari bangunan, termasuk beban-beban yang bekerja pada bangunan dan berat pondasi sendiri, harus di pindahkan atau di teruskan oleh pondasi ke tanah dasar dengan sebaik-baiknya.

Karena pondasi harus memikul bangunan beserta beban-beban yang bekerja pada bangunan, maka dalam perencanaan pondasi harus di perhitungkan dengan cermat terhadap 2 macam beban, yaitu beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi merupakan beban vertikal dengan arah dari atas ke bawah, dan berasal dari dasar dalam struktur bangunan, baik berupa beban mati (berat sendiri bangunan) maupun beban hidup (orang dan beban di dalam bangunan). Sedangkan beban lateral merupakan beban horizontal dengan arah dari kiri ke kanan atau dari kanan ke kiri dan berasal dari luar struktur bangunan, baik berupa beban yang di akibatkan oleh angin maupun beban yang di akibatkan oleh gempa.

Dari uraian di atas dapatlah di pahami, bahwa pondasi merupakan bagian paling penting dari struktur bangunan, karena jika terjadi kegagalan/kerusakan pada pondasi, maka dapat berakibat pada kerusakan bangunan di atasnya, atau bahkan robohnya struktur bangunan secara keseluruhan.

### 2.1.2 Pondasi Telapak

Secara garis besar, pondasi telapak dapat di bedakan menjadi 5 macam, yaitu sebagai berikut:

1) Pondasi dinding

Pondasi dinding ini sering di sebut pondasi lajur

2) Pondasi telapak tunggal

Pondasi telapak tunggal sering disebut dengan pondasi kolom tunggal, artinya setiap kolom mempunyai pondasi sendiri-sendiri, pondasi telapak tunggal dapat berbentuk bujur sangkar, lingkaran dan persegi panjang

3) Pondasi gabungan

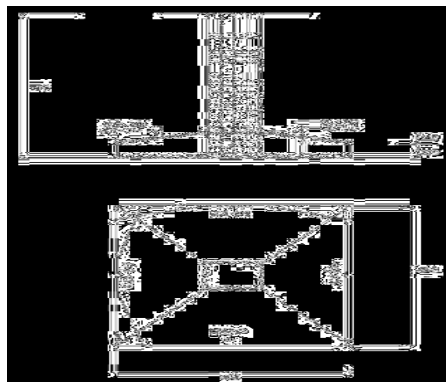
Jika letak kolom relatif dekat, pondasinya di gabung menjadi satu. Bentuk pondasi berupa persegi panjang atau trapesium

4) Pondasi telapak menerus

Jika letak kolom berdekatan dengan daya dukung tanah relatif, lebih baik di buat pondasi telapak menerus. Agar kedudukan kolom lebih kokoh dan kuat, maka antara kolom satu dan lainnya di jepit oleh balok *sloof*. Balok *sloof* di cor bersamaan dengan pondasi

5) Pondasi mat

Pondasi mat sering di sebut pondasi pelat, di pasang di bawah seluruh bangunan, karena daya dukung tanahnya sangat kecil



Gambar 2.1 Pondasi Telapak

Sumber : [kontemporer2013.blogspot.com](http://kontemporer2013.blogspot.com)

### 2.1.3 Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada pondasi antara lain :

1. Beban horizontal/geser, contohnya beban akibat gaya tekan tanah, transfer beban akibat gaya angin pada dinding.
2. Beban vertical/beban tekan dan tarik, contohnya beban mati, beban hidup, gaya gempa.
3. Momen.

### 2.1.4 Pembebanan Struktur Atas

#### 1. Beban Mati (DL)

Beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, *finishing*, mesin – mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan. Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur. Pada perhitungan menggunakan bantuan *software* SAP2000, berat beban mati dari material dihitung secara otomatis berdasarkan *input* data material dan dimensi material yang digunakan. Berikut merupakan beberapa contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

- Baja = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Batu alam = 2600 kg/m<sup>3</sup>
- Beton bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Pasangan bata merah = 1700 kg/m<sup>3</sup>

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari *finishing* lantai (keramik, plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

- Beban *finishing* (keramik) = 24 kg/m<sup>2</sup>

- Plester 2,5 cm ( $2,5 \times 21 \text{ kg/m}^2$ ) = 53 kg/m<sup>2</sup>
- Beban *Mechanical Electrical (ME)* = 25 kg/m<sup>2</sup>
- Beban plafond dan penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>
- Beban dinding = 250 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Beban Hidup (LL)

Menurut Pamungkas (2013) beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan di dalamnya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, mesin – mesin serta peralatan yang bukan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung itu sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut. Didalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan di dalam gedung akan membuat beban berbeda. Misalnya untuk beban perkantoran tentu berbeda dengan beban untuk gudang dan lainnya. Contoh untuk beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) tabel 3.1, yaitu :

- Parkir = 400 kg/m<sup>2</sup>
- Parkir lantai bawah = 800 kg/m<sup>2</sup>
- Lantai kantor = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Lantai toko = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Ruang resorran = 400 kg/m<sup>2</sup>

## 3. Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m<sup>2</sup>, kecuali untuk daerah di



laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m<sup>2</sup>.

Pada gedung tertutup untuk bidang-bidang luar, koefisien angin (+ berarti tekanan dan – berarti isapan) adalah sebagai berikut :

Atap lengkung dengan sudut pangkal  $\alpha < 22^\circ$

- untuk bidang lengkung dipihak angin,
 

Pada seperempat busur pertama	-0.6
Pada seperempat busur kedua	-0.7
- untuk bidang lengkung belakang angin,
 

Pada seperempat busur pertama	-0.5
Pada seperempat busur kedua	-0.2

#### 4. Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut (PPPURG, 1987).

Dalam tulisan ini, untuk beban gempa dilakukan dengan menggunakan peraturan terbaru perencanaan ketahanan gempa untuk gedung, yaitu RSNI 03 – 1726 - 201x. Analisis beban gempa dilakukan dengan 2 metode, metode pertama adalah analisis statik ekuivalen dengan mengambil parameter - parameter beban gempa dari program Spektra Indonesia dan metode kedua adalah analisis time history dengan mengambil 4 rekaman catatan gempa yang telah disesuaikan dengan respons spektra desain kota Padang dengan program seismomatch. Rekaman catatan gempa yang diambil adalah gempa parkfield, gempa imperialvalley, gempa lomacoralito, gempa imp parachute.

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing – masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen yang ditetapkan pada pasal 6 SNI-03-1726-2002.

Beban gempa didapat dari hasil perhitungan gaya geser dasar nominal V yang diperoleh dari rumus :

$$V = \frac{(C \cdot I)}{R} \times Wt \quad \dots(1)$$

Dimana,

- V = Gaya geser dasar nominal
- C = Faktor respons gempa
- I = Faktor keutamaan gedung
- Wt = Masa bangunan
- R = Faktor Modifikasi (SRPMK)

Gaya geser dasar nominal V ini harus didistribusikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban – beban gempa nominal statik ekuivalen  $F_i$  yang bekerja pada pusat massa lantai tingkat ke – I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i \times H_i} \times V \quad \dots(2)$$

Dimana,

- $F_i$  = Gempa nominal statik ekuivalen
- $W_i$  = Berat Struktur per lantai
- $H_i$  = Tinggi bangunan per lantai
- V = Gaya geser dasar nominal

## 5. Kombinasi pembebanan

Menurut SNI-03-2847-2002 pasal 11.1:

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini. Komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tatacara ini untuk menjamin tercapainya perilaku struktur yang baik pada tingkat beban bekerja. Kuat perlu adalah kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi.

Kombinasi pembebanan untuk gedung sudah ditetapkan berdasarkan SNI-03- 2847-2002 pasal 12.1. kombinasi pembebanan pada perhitungan struktur gedung dapat dirangkum sebagai berikut:

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL
- 0,9 DL - 1,0 E
- 0,9 DL + 1,0 E
- 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 E
- 1,2 DL - 1,0 LL - 1,0 E

Dimana :

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup

E = Beban Gempa

#### 2.1.5 Perencanaan Pondasi Telapak

Peraturan untuk perencanaan pondasi telapak tercantum pada pasal 1.12 dan pasal 7 SNI 03-2847-2002. Perencanaan pondasi harus mencakup segala aspek agar terjamin keamanannya sesuai dengan persyaratan yang berlaku, misalnya: penentuan dimensi telapak pondasi, tebal pondasi dan jumlah/jarak tulangan yang harus di pasang pada pondasi.

Secara garis besar, perencanaan pondasi yang lengkap harus memuat 5 kriteria berikut (Pamungkas dan Harianti, 2013)

##### 1. Menentukan ukuran pondasi

Ukuran panjang dan lebar telapak pondasi harus di tetapkan sedemikian rupa, sehingga tegangan yang terjadi pada dasar pondasi tidak melampaui daya dukung tanah di bawahnya.

##### 2. Mengontrol kuat geser 1 arah

Gaya geser 1 arah yang bekerja pada dasar pondasi dapat mengakibatkan retak pondasi pada jarak  $\pm d$  dari muka kolom, dengan  $d$  adalah tebal efektif pondasi.

##### a. Gaya geser terfaktor

$$V_u = \sigma \times L \times G' \quad \dots(3)$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser

$\sigma$  : tegangan tanah yang terjadi

$G'$  : daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser satu arah

$$G' = L - \left( \frac{L}{2} + \frac{ak}{2} + d \right) \quad \dots(4)$$

Dimana:

$L$  : lebar pondasi telapak

$ak$  : lebar kolom

$d$  : tebal efektif pondasi yang didapat dari hasil pengurangan tebal

pondasi dengan tebal selimut beton

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah adalah 75 mm berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 9.7

b. Kuat geser beton

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c} \times b \times d \quad \dots(5)$$

Dimana:

$V_c$  : gaya geser nominal yang disumbangkan oleh beton

$\phi$  : faktor koreksi untuk beton

$f_c'$  : kuat tekan beton yang disyaratkan

$b$  : panjang pondasi telapak

$d$  : tebal efektif pondasi

3. Mengontrol kuat geser 2 arah

Akibat gaya geser 2 arah (geser pons), maka pondasi akan retak di sekeliling kolom dengan jarak  $\pm d/2$  dari muka kolom.

$$V_u = \sigma \times (L^2 - B'^2) \quad \dots(6)$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser

$\sigma$  : tegangan tanah yang terjadi

$L$  : panjang pondasi telapak

$B'$  : lebar penampang kritis pondasi

$$B' = ak - d$$

Dimana:

$ak$  : lebar kolom

$d$  : tebal efektif pondasi yang didapat dari hasil pengurangan tebal pondasi dengan tebal selimut beton.

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.12.2.1 dipilih nilai  $V_c$  adalah nilai terkecil dari:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{6} \quad \text{.....(7)}$$

$$V_c = \left(\frac{\alpha_s \times d}{\beta_c} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{12} \quad \text{.....(8)}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \times b_o \times d \quad \text{.....(9)}$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser 2 arah yang terjadi

$b_k$  : panjang kolom

$ak$  : lebar kolom

$d$  : tinggi efektif pondasi

$h$  : tebal pondasi

$b_o$  : keliling penampang kritis pondasi telapak

$B_c$  : konstanta perbandingan antara  $ak$  dan  $b_k$

$\alpha_s$  : konstanta untuk perhitungan pondasi telapak

40 untuk kolom dalam

30 untuk kolom tepi

20 untuk kolom sudut

#### 4. Menghitung tulangan pondasi

Beban yang bekerja pada pondasi berupa beban vertikal dengan arah ke atas yang di sebabkan oleh tekanan tanah di bawah pondasi. Tulangan pondasi di hitung berdasarkan besar momen maksimal yang terjadi pada pondasi.

$$\bullet M_u = \frac{1}{2} \times q \times Lb^2 \quad \text{.....(10)}$$

$$\bullet K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \quad \text{.....(11)}$$

$$\bullet K_{maks} = \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot (600 + fy - 225 \cdot \beta_1) \cdot f'c'}{(600 + fy)^2} \quad \dots(12)$$

$$\bullet a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \cdot f'c'}}\right) \cdot d \quad \dots(13)$$

$$\bullet A_s = \frac{0,85 \cdot f'c' \cdot a \cdot b}{fy} \quad \dots(14)$$

$$\bullet A_s = \frac{1,4 \times b \times d}{fy} \quad \dots(15)$$

$$\bullet s = \frac{1/4 \times \pi \times D^2}{A_s} \quad \dots(16)$$

$$\bullet A_{s,u} = \frac{1/4 \times \pi \times D^2 \times s}{s} \quad \dots(17)$$

Dimana:

$M_u$  : momen ultimat

$q$  : tegangan

$L_b$  : lebar daerah pembebanan

$K$  : faktor momen pikul

$K_{maks}$  : faktor momen pikul maksimal

$b$  dan  $S$  : konstanta pengali 1000

$d$  : tebal efektif pondasi telapak

$s$  : jarak tulangan pondasi

$A_s$  : luas tulangan tekan

$A_{s,u}$  : luas tulangan tekan yang diperlukan

##### 5. Mengontrol kuat dukung pondasi

Pondasi harus mampu mendukung semua beban yang bekerja pada bangunan di atasnya. Oleh karena itu di syaratkan bahwa beban aksial terfaktor pada kolom ( $P_u$ ) tidak boleh melampaui kuat dukung dari pondasi ( $\bar{P}_u$ ) yang di rumuskan:

$$P_u \leq \bar{P}_u$$

$$\bar{P}_u = \phi \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot A_1 \text{ dengan } \phi = 0,7 \text{ ( Pasal 12.17.1) } \quad \dots(18)$$

Dengan :

$P_u$  = gaya aksial terfaktor (pada kolom), N

$\bar{P}_u$  = kuat dukung pondasi yang di bebani, N

$f'_c$  = mutu beton yang di syaratkan, Mpa

$A_1$  = luas daerah yang di bebani

## 2.2 Daya dukung tanah

Menurut Sutarman E. (2013), Jenis dan besar-kecilnya ukuran pondasi sangat di tentukan oleh kekuatan/daya dukung tanah di bawah pondasi tersebut. Sebagai contoh untuk jenis pondasi telapak tunggal, semakin kuat daya dukung tanah, semakin kecil ukuran pondasi yang akan di rencanakan. Sebaliknya, semakin lemah daya dukung tanah, semakin besar ukuran pondasi yang akan di rencanakan. Untuk tanah dengan daya dukung yang lemah ini, sebaiknya di di gunakan pondasi jenis lain, misalnya pondasi sumuran atau bahkan di gunakan tiang pancang. Kekuatan/daya dukung tanah pada umumnya dapat di ketahui melalui berbagai usaha berikut:

- a) Peraturan bangunan setempat yang di keluarkan oleh lembaga yang terkait
- b) Pengalaman tentang pembuatan pondasi yang sudah ada, atau keterangan yang berkaitan dengan pondasi di sekitarnya
- c) Hasil pemeriksaan/pengujian tanah, baik pengujian di laboratorium maupun pengujian di lapangan

Penentuan kekuatan/daya dukung tanah yang tepat dan pasti, merupakan permasalahan yang tidak mudah. Sebagai contoh, misalnya di jumpai lapisan tanah keras pada kedalaman 4 m di bawah permukaan tanah. Setelah di teliti lebih saksama, ternyata lapisan tanah keras tersebut hanya setebal 10 cm, dan di bawahnya di jumpai lapisan tanah yang sangat lunak.

Kesulitan dalam menentukan daya dukung tanah secara tepat ini di sebabkan oleh beberapa kemungkinan, misalnya:

- a) Jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah memiliki variasi yang sangat banyak. Variasi lapisan tanah ini bergantung pada sumber geologi tanah, cara perpindahan tanah, dan mekanisme sedimentasi
- b) Sifat fisik tanah telah di bebani sering di luar perkiraan semula, dan memerlukan biaya mahal jika harus di adakan uji coba
- c) Adanya penurunan tanah akibat konsolidasi butir-butir tanha yang di timbulkan oleh getaran ( gempa bumi, lalu lintas, alat pemadat dan sebagainya)

Sebagai langkah praktis untuk keperluan perencanaan pondasi, pada umumnya jenis tanah berikut dapat di pakai sebagai perkiraan daya dukung tanah, yaitu:

- a) Jenis tanah cadas/batuan: daya dukungnya baik sekali
- b) Jenis tanah kerikil/batu: daya dukunya baik
- c) Jenis tanah pasir/*silt*: daya dukungnya meragukan (hati-hati). Pada tanah pasir, jika dalam kondisi jenuh air dan menerima getaran (misalnya oleh gempa), maka butir-bitirnya saling memisahkan diri/saling lepas sehingga daya dukungnya nol (kecil sekali). Peristiwa ini di sebut *liquefaction* yang sangat berbahaya bagi bangunan.
- d) Jenis tanah liat: daya dukungnya sangat meragukan (sangat hati-hati). Sifat tanah liat, yaitu pada keadaan kering menjadi keras, tetapi pada keadaan tanah basah menjadi lunak (daya dukungnya menurun). Di samping itu, jika terjadi getaran (oleh gempa atau kereta api yang lewat) pada tanah liat basah, maka sifat getaran tersebut dapat berubah menjadi getaran harmonis. Getaran harmonis ini sangat membahayakan bangunan (terutama gedung bertingkat), karena dapat memperbesar amplitudo (pergeseran horizontal) pada lantai tingkat.

## 2.3 Analisa Daya Dukung Pondasi

### 2.3.1 Analisa Daya Dukung Pondasi Telapak

Menurut Sutarman E. (2013) ,daya dukung pondasi telapak ditentukan oleh daya dukung tanah dasar dan oleh gesekan (f) atau lekatan (c). Jika daya dukung oleh tanah dasar diberi notasi  $\sigma_1$  dan daya dukung oleh gesekan dan atau lekatan diberi notasi  $\sigma_2$ , maka daya dukung ultimate pondasi telapak ( $\sigma_{ultimate}$ ) adalah  $\sigma_1 + \sigma_2$ .

- Daya dukung tanah dasar ( $\sigma_1$ )

Untuk menghitung daya dukung ultimate tanah dasar dapat digunakan persamaan klasik dari Terzaghi dan Peck sebagai berikut :

$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot C \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + \beta \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \quad \text{.....(19)}$$

Untuk pondasi bujur sangkar/segi empat :

$$\sigma_{ult} = 1,3 C \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \quad \text{.....(20)}$$

Untuk pondasi bentuk empat persegi panjang :



$$\sigma_{ult} = ((1+0,3(B/L)) C.Nc + Df . \gamma_1 . Nq + 0,4 . B . \gamma_2 . N\gamma \quad \dots(21)$$

Untuk pondasi bentuk lingkaran :

$$\sigma_{ult} = 1,3 C.Nc + Df . \gamma_1 . Nq + 0,3 . B . \gamma_2 . N\gamma \quad \dots(22)$$

dengan :

$\sigma_{ult}$  : Daya dukung ultimate pondasi

C : Cohesi tanah

$\gamma_1$  : Berat volume tanah disamping pondasi

$\gamma_2$  : Berat volume tanah dibawah pondasi

Df : Kedalaman sampai dasar pondasi

B : Lebar atau diameter pondasi

$Nc, Nq, N\gamma$  : Faktor daya dukung Terzaghi yang besarnya ditentukan pada nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ), lihat tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi

$\phi$	$Nc$	$Nq$	$N\gamma$	$Nc'$	$Nq'$	$N\gamma'$
0	5.7	1.0	0.0	5.7	1	0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.6	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.1

Sumber: <https://rahmadsigit.files.wordpress.com/2013/04/daya-dukung.doc>

Atau dapat digunakan rumus untuk penentuan faktor daya dukung tanah terzaghi dengan rumus sebagai berikut:

$$Nc = \frac{228 + 4,3\phi}{40 - \phi}$$

$$Nq = \frac{40 + 5\phi}{40 - \phi}$$

$$N\gamma = \frac{6\phi}{40 - \phi}$$

### 2.3.2 Syarat Daya Dukung Pondasi

Faktor keamanan pondasi telapak

Pada dasarnya untuk menentukan keamanan pondasi telapak terhadap tanah, pondasi telapak harus dihitung beberapa jenis faktor keamanan sebagai berikut

- Faktor Keamanan Daya Dukung ( $FK_{DD}$ )

Faktor Keamanan daya dukung pondasi telapak diperhitungkan terhadap perbandingan antara daya dukung ultimate tanah dan beban yang bekerja pada pondasi telapak dibagi dengan luasan dari pondasi telapak yang dapat dilihat sebagai rumus berikut:

$$FK_{DD} = \frac{q_{ult}}{q_a}$$

Dimana:

$FK_{DD}$  adalah faktor keamanan daya dukung dengan nilai 2,5 – 3

$q_{ult}$  adalah daya dukung ultimate tanah

$q_a$  adalah tegangan pondasi

- Faktor Keamanan Gesekan ( $FK_{gesek}$ )

Gesekan yang disebabkan oleh gaya geser atau gaya horizontal yang bekerja pada pondasi telapak harus diperhitungkan terhadap tahanan gesekan, dimana tahanan gesekan tergantung pada nilai N (beban maksimum yang bekerja pada pondasi telapak) dan koefisien gesekan tanah yang dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Koefisien Gesekan Antara Dasar dari Telapak Beton dan Tanah

Uraian	$\delta$
Beton/batu karang	0,7 – 0,8
Beton/tanah berbatu	0,55
Beton/tanah berbatu dengan lumpur	0,45
Beton/lempung + lumpur	0,3 – 0,35

Sumber : Sosrodarsono, S. & Nakazawa, K., 2000

Dengan rumus sebagai berikut:

$$FK_{gesek} = \frac{\sum N \times \delta}{\sum H}$$

Dimana:

$FK_{gesek}$  tidak boleh < 1,5

$\sum N$  adalah total beban vertikal terhadap dasar dari telapak

$\delta$  adalah koefisien dari gesekan antara beton dan dasar telapak  
 $\Sigma H$  adalah total gaya horizontal yang bekerja pada bangunan

- Faktor Keamanan Guling ( $FK_{guling}$ )

Kelongsoran yang dapat terjadi akibat adanya momen yang bekerja pada bangunan dan gaya horizontal, sehingga perlu dilakukan kontrol terhadap faktor guling dari pondasi telapak dengan rumus sebagai berikut:

$$FK_{guling} = \frac{\sum Mr}{\sum Mt}$$

Dimana:

$FK_{guling}$  tidak boleh  $< 1,5$

$\Sigma Mr$  adalah momen yang menahan guling

$\Sigma Mt$  adalah momen guling

## 2.4 Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah digariskan dengan jelas.

### 2.4.1 Pengertian Manajemen Proyek

Menurut Bayu Chaynof. (2011), Manajemen proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah di tentukan. Manajemen proyek merupakan suatu usaha merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi dan mengawasi kegiatan dalam proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah di tetapkan.

Pada umumnya kita dapat membagi fungsi manajemen itu dalam definisi yang di uraikan dengan singkatan POMC (*planning, organizing and staffing, motivating,controlling*)

### 2.4.2 Fungsi POMC Manajemen Proyek

#### 1. Perencanaan (*planning*)

Tujuan perencanaan adalah menemukan kesempatan-kesempatan di masa mendatang dan membuat rencana-rencana untuk memanfaatkannya. Rencana yang paling efektif

adalah memanfaatkan kesempatan dan menghilangkan halangan atas dasar kekuatan dan kelemahan dari organisasi. Perencanaan (*planning*), mempunyai tiga arti, yaitu:

- a. Pengambilan keputusan (*decision making*).
- b. Memikirkan secara mendalam untuk memutuskan apa yang harus diperbuat.
- c. Menetapkan sasaran dan menjabarkan cara mencapai sasaran-sasaran tersebut.

## 2. Pengaturan dan Penyediaan Staff (*organizing and staffing*)

Dalam suatu pekerjaan umumnya terdiri dari beberapa orang yang bersepakat untuk bekerja sama, maka diperlukan suatu pengaturan yang jelas, siapa yang mengerjakan apa, dan kepada siapa orang yang bekerja tersebut harus mempertanggung jawabkan pekerjaannya (memberikan laporan). Maka tercipta struktur organisasi yang berfungsi sebagai sarana penentu dan pengatur, serta pembagi tugas antara orang/keompok orang. Dalam struktur organisasi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a. Hubungan antara bawahan dan atasan harus jelas, komunikasi timbal balik harus terpelihara.
- b. Tugas disertai pemberian wewenang yang berimbang dengan tanggung jawab (*responsibility*) yang dipikulnya.
- c. Tanggung gugat (*accountability*) terhadap atasan juga harus ada.
- d. Uraian tugas pekerjaan untuk staff dan pimpinan perlu dijabarkan dengan jelas dan konkrit (*job description*)
- e. Makin tinggi jenjang manajerial makin sedikit bawahannya, dan sebaliknya makin ke bawah makin banyak orang yang dibawahinya (struktur piramida)

## 3. Menggerakkan (*motivating*)

Menggerakkan yang dimaksud adalah kemampuan dari seorang manajer proyek untuk memberikan alasan kepada bawahannya untuk pengembangan sumber daya manusia dan bimbingan kerja (yang berperan disini adalah faktor leadership/jiwa kepemimpinan). Pemimpin proyek selalu berusaha agar para bawahannya menjadi ahli dalam bidang pekerjaannya dan terampil dalam bidang manajemennya. Motivasi merupakan kegiatan yang mengakibatkan, menyalurkan dan, memelihara perilaku manusia. Dan motivasi ini merupakan suatu subjek yang penting bagi manajer karena menurut definisi manajer harus bekerja dengan melalui orang lain, maka manajer perlu memahami orang-orang yang berperilaku tertentu agar dapat mempengaruhi untuk bekerja sesuai dengan yang diinginkan organisasi. Namun motivasi adalah

subjek yang membingungkan, karena motivasi tidak dapat diamati atau diukur secara langsung, tetapi harus disimpulkan dari perilaku orang yang tampak.

#### 4. Pengontrolan (*controlling*)

Pengontrolan dilakukan untuk melihat perkembangan pekerjaan, apakah sesuai dengan rencana, atau apakah ada penyimpangan. Pengontrolan bisa dilakukan dari laporan dan dari pengecekan lapangan, dan dari keduanya dilakukan pencocokan mana yang lebih aktual mendekati kondisi nyata. Tujuan pengontrolan tidak mencari kesalahan orang, melainkan untuk menjaga dan melihat apakah hasil pekerjaan sesuai dengan rencana atau tidak, sesuai rencana yang dimaksud adalah kegiatan proyek dapat dimulai, dilaksanakan dan diselesaikan menurut jadwal yang telah ditentukan, budget yang disediakan, mutu pekerjaan yang ditetapkan dan sumber daya alam serta sumber daya manusia yang tersedia.

Langkah dalam melakukan fungsi kontrol :

- a. Adanya prestasi standard sebagai tolak ukur.
- b. Mengukur hasil prestasi pekerjaan.
- c. Membandingkan dan mengevaluasi hasil prestasi aktual dengan standard prestasi yang diharapkan.
- d. Melakukan tindakan koreksi, bilamana standard prestasi tidak tercapai.

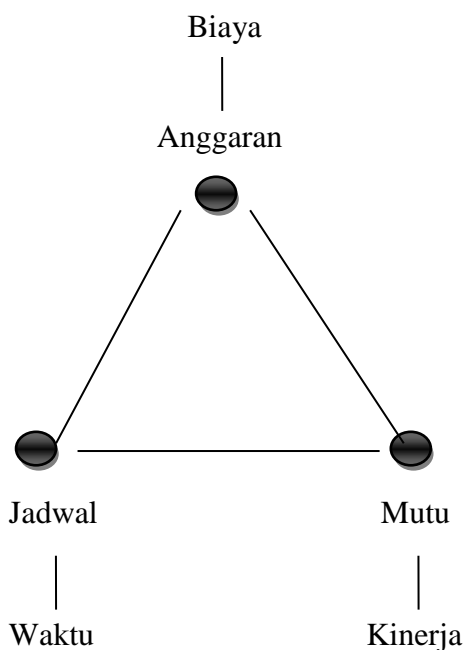
Dari pengertian di atas terlihat bahwa ciri pokok proyek adalah :

- Memiliki tujuan yang khusus, produk akhir atau hasil kerja akhir ;
- Jumlah biaya, sasaran jadwal serta kriteria mutu dalam proses mencapai tujuan di atas telah ditentukan ;
- Bersifat sementara, dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas ;
- Nonrutin, tidak berulang-ulang. Jenis dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

#### 2.4.3 Sasaran Proyek dan Tiga Kendala (*Triple Constraint*)

Menurut Ir. Abrar Husen.,MT. (2010) Setiap kegiatan proyek dalam mencapai tujuan serta sasaran mempunyai beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan suatu proyek. Sasaran proyek yang dimaksud dalam pernyataan diatas adalah unsur anggaran atau biaya (*cost*), mutu (*quality*), dan waktu (*time*). Ketiga sasaran proyek tersebut merupakan tiga kendala (*triple constraint*) sebagai berikut:

1. Anggaran proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal bertahun-tahun, anggarannya bukan hanya ditentukan untuk total proyek tetapi dipecah bagi komponen-komponennya, atau per periode tertentu (misalnya per kwartal) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per periode.
2. Jadwal proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan.
3. Mutu produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sebagai contoh, bila hasil kegiatan proyek tersebut berupa instalasi pabrik, maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.



Gambar 2.2 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (*triple constraint*)

Kapojos Valentino, 2013

#### 2.4.4 Proses Dan Sistematika Perencanaan Proyek

Menurut Ir. Abrar Husen.,MT. (2010), Sering dikatakan bahwa proses perencanaan lebih penting dari perencanaan itu sendiri, karena pada proses perencanaan pada pimpinan dan pelaksana proyek “dipaksa” untuk aktif ikut berpikir dan bersuara mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan yang menjadi tanggung jawabnya. Pada saat itu mereka mulai melihat ke depan untuk mengantisipasi persoalan yang mungkin timbul pada taraf implementasi dan bagaimana mengatasinya. Menyusun suatu perencanaan yang lengkap minimal meliputi:

a. Menentukan Tujuan

Tujuan (*goal*) organisasi atau perusahaan dapat diartikan sebagai pedoman yang memberikan arah gerak segala kegiatan yang hendak dilakukan. Misalnya tujuan perusahaan adalah meningkatkan nilai saham perusahaan di pasaran.

b. Menentukan Sasaran

Sasaran adalah titik-titik tertentu yang perlu dicapai bila organisasi tersebut ingin tercapai tujuannya. Dalam konteks di atas, kegiatan proyek dapat digolongkan sebagai kegiatan dengan sasaran yang telah ditentukan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan. Misalnya tujuan perusahaan ingin menaikkan pemasukan neto per tahun. Tujuan tersebut diusahakan dengan membangun proyek fasilitas produk baru. Agar perusahaan dapat mencapai tujuannya, maka terlebih dahulu dicapai sasaran proyek yang terdiri dari biaya, jadwal dan mutu.

c. Mengkaji Posisi Awal Terhadap Tujuan

Mengkaji posisi dan situasi awal terhadap tujuan atau sasaran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kesiapan dan posisi dan posisi organisasi pada saat awal terhadap sasaran yang telah ada. Misalnya berapa besar sumber daya yang tersedia dalam bentuk dana, peralatan, dan tenaga yang telah ada. Hanya setelah mengetahui posisi saat awal terhadap “jarak” sasaran, maka kita dapat mulai mengidentifikasi hambatan dan kemudahan. Meskipun hal itu merupakan hal yang sulit, namun antisipasi terhadap situasi dimasa depan mengenai persoalan, kesempatan, maupun peluang merupakan hal-hal yang perlu digali, dikaji, dan dipertimbangkan untuk memperoleh suatu perencanaan yang realistis.

d. Memilih Alternatif

Dalam usaha meraih tujuan atau sasaran, tersedia berbagai pilihan tindakan atau cara mencapainya. Umumnya ditempuh pilihan yang menjanjikan cara yang

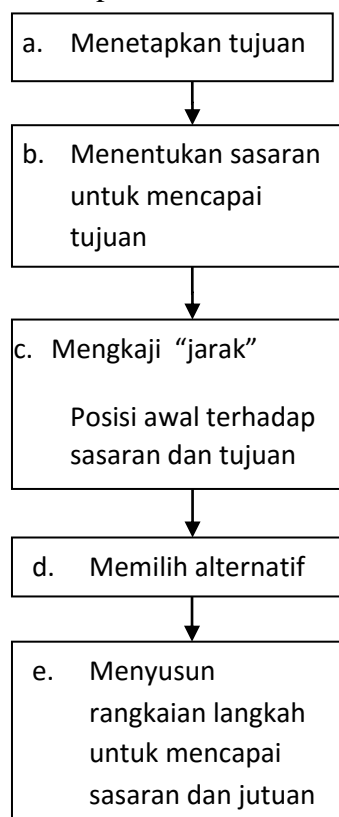
paling efisien dan ekonomis dari segi biaya. Pengkajian dilakukan dengan mencoba menjawab pertanyaan berikut.

- Apakah alternatif yang di pilih memiliki cukup keluwesan untuk menghadapi perubahan keadaan yang mungkin timbul?
- Apakah yang dipilih merupakan alternatif terbaik untuk memenuhi tuntutan proyek akan jadwal, biaya, dan mutu?
- Apakah alternatif yang dipilih telah mempertimbangkan tersedianya sumber daya pada saat diperlukan?
- Apakah telah dipikirkan penggunaan teknologi baru.

Bila jawaban dari pertanyaan di atas memuaskan, kemudian dilanjutkan dengan langkah berikutnya.

#### e. Menyusun Rangkaian Langkah Mencapai Tujuan

Proses ini terdiri dari penetapan langkah terbaik yang mungkin dapat dilaksanakan setelah memperhatikan berbagai batasan. Kemudian menyusunnya menjadi urutan dan rangkaian menuju sasaran dan tujuan. Sistematisa proses perencanaan proyek terlihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.3 Proses dan sistematika perencanaan

Kapojos Valentino, 2013



## 2.5 Konsep dan Sistem Manajemen proyek

Menurut Ir. Abrar Husen.,MT. (2010) Secara spesifik konsep manajemen adalah merupakan suatu proses, dimana didalamnya diberikan input dan diharapkan manajemen dapat menghasilkan output sesuai sasaran sebagaimana yang ditetapkan. Input dalam proses manajemen terdiri dari bermacam-macam sumber daya (*resources*), seperti :

1. Sumber daya manusia (tenaga kerja)
2. Sumber daya alam (bahan)
3. Sumber modal (dana)
4. Mesin peralatan (alat)
5. Metode pelaksanaan

Manajemen proyek adalah sebagai suatu usaha kegiatan untuk meraih sasaran yang telah didefinisikan dan ditentukan dengan jelas secara efisien dan seefektif mungkin dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Sistem manajemen proyek disusun dan dijabarkan menjadi seperangkat pengertian, alat dan petunjuk tata cara yang mudah untuk dilaksanakan sedemikian rupa sehingga yaitu:

1. Mampu menghubungkan dan menjembatani kesenjangan persepsi di antara para perencana dan pelaksananya, sehingga kesemuanya mempunyai satu kerangka konsep yang sama tentang kriteria keberhasilan suatu proyek.
2. Dapat memberikan kesamaan bahasa yang sekaligus memadukan tertib teknis dan sosial, yang dapat diterapkan pada setiap proyek dengan cara sederhana, jelas, sistematis dan efisien.
3. Mampu mewujudkan suatu bentuk kerjasama dan koordinasi antar satuan organisasi pelaksana sehingga terwujud suatu semangat bersama untuk merencanakan proyek secara lebih terinci dan cukup cermat dalam mengantisipasi masalah-masalah yang akan timbul dalam pelaksanaan.

## 2.6 Sumber Daya Proyek Konstruksi

Sumber daya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Hal tersebut dilakukan terkait dengan ketepatan perhitungan unsur biaya, mutu, dan waktu. Bagaimana cara mengelola (dalam hal ini

efektivitas dan efisiensi) pemakaian sumber daya ini akan memberikan akibat biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumber daya, proyek menginginkan agar sumber daya tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya, digunakan secara optimal dan dimobilisasi secepat mungkin setelah tidak diperlukan.

Secara umum sumber daya adalah suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi. Sehingga lebih spesifik dapat dinyatakan bahwa sumber daya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis diantaranya biaya, waktu, sumber daya manusia, material dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasikan sumber daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal.

#### 2.6.1 Biaya (*cost*)

Biaya merupakan modal awal dari pengadaan suatu konstruksi. Dimana biaya dapat didefinisikan sebagai jumlah segala sesuatu dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan mengaplikasikan produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, reliabilitas dan maintainability karena ini akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. Biaya produksi sangat perlu diperhatikan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu. Dalam menentukan besar biaya suatu pekerjaan atau pengadaan tidaklah harus selalu berpedoman kepada harga terendah secara mutlak. Sebagai contoh, misalkan pada suatu pembelian peralatan (*equipment*). Beberapa perusahaan yang berlainan dapat memproduksi peralatan tersebut dengan kualitas yang dianggap sama, tetapi perusahaan-perusahaan yang satu menawarkan harga yang lebih tinggi karena dapat menyerahkan pesanan peralatan tersebut lebih cepat dari perusahaan lain. Dalam hal ini, karena harus dilihat dampaknya terhadap jadwal. Oleh karena itu, pemilihan alternatif harus secara optimal memperhatikan parameter-parameter yang lain.

## 1. Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa biaya yang diperlukan untuk membangun proyek atau investasi, selanjutnya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan maupun waktu. Meskipun kegunaannya sama, namun untuk masing-masing organisasi peserta proyek penekanannya berbeda-beda. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelanjutan investasi.

Untuk kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung kepada seberapa jauh kecakapannya membuat perkiraan biaya. Bila penawaran harga yang diajukan di dalam proses lelang terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor yang bersangkutan akan mengalami kekalahan. Sebaliknya bila memenangkan lelang dengan harga terlalu rendah, akan mengalami kesulitan di belakangan hari. Sedangkan untuk konsultan, angka tersebut diajukan kepada pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk berbagai kegunaan sesuai perkembangan proyek dan sampai derajat tertentu, kredibilitasnya terkait dengan kebenaran atau ketepatan angka-angka yang diusulkan.

Perkiraan biaya di bedakan dari anggaran dalam hal perkiraan biaya terbatas pada tabulasi biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan tertentu proyek ataupun proyek keseluruhan. Sedangkan anggaran merupakan perencanaan terinci perkiraan biaya dari bagian atau keseluruhan kegiatan proyek yang dikaitkan dengan waktu (*time-phased*). Definisi perkiraan biaya menurut *National Estimating Society – USA* adalah sebagai berikut. “Perkiraan biaya adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada waktu itu”.

Perkiraan biaya di atas erat hubungannya dengan analisis biaya, yaitu pekerjaan yang menyangkut pengkajian biaya kegiatan-kegiatan terdahulu yang akan dipakai sebagai bahan untuk menyusun perkiraan biaya. Dengan kata lain, menyusun perkiraan biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan, dan mengadakan prakiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi. Sedangkan analisis biaya menitikberatkan pada pengkajian dan pembahasan biaya kegiatan masa lalu yang akan dipakai sebagai masukan.

## 2. Unsur-unsur Biaya proyek

Suatu perkiraan akan lengkap bila mengandung unsur berikut.

### Biaya Pembelian Material dan Peralatan

Perkiraan biaya pembelian material dan peralatan amat kompleks, mulai dari membuat spesifikasi, mencari sumber mengadakan lelang sampai pada membayar harganya. Terdapat beberapa alternatif yang tersedia untuk kegiatan tersebut, sehingga bila kurang tepat menanganinya mudah sekali membuat biaya proyek menjadi tidak ekonomis. material dan peralatan ini terdiri dari material curah, peralatan utama yang akan terpasang sebagai bagian fisik pabrik, dan lain-lain, yang diperlukan dalam proses pelaksanaan proyek seperti fasilitas sementara dan lain-lain.

#### 1. Biaya Penyewaan dan Pembelian Peralatan Konstruksi

Di samping peralatan di atas terdapat juga peralatan konstruksi yang digunakan sebagai sarana bantu konstruksi dan tidak akan menjadi bagian permanen dari pabrik/instalasi. Contoh untuk ini adalah truk, excavator, bulldozer dan lain-lain.

#### 2. Upah Tenaga Kerja

Hal ini terdiri dari tenaga kantor pusat yang sebagian besar terdiri dari tenaga ahli bidang engineering dan tenaga konstruksi plus penyedia di lapangan. Mengidentifikasi biaya tenaga kerja/jam orang merupakan penjabaran lebih jauh dari mengkaji lingkup proyek. Mengingat porsi tenaga kerja dapat mencapai 25-35% dari total biaya proyek, maka mengkaji masalah ini sedalam-dalamannya amat penting di dalam menyiapkan perkiraan biaya. Seperti aspek produktivitas, *man-power loading*, tingkat gaji dan kompensasi dan lain-lain.

#### 3. Biaya Subkontrak

Pekerjaan subkontrak umumnya merupakan paket kerja yang terdiri dari jasa dan material yang disediakan oleh subkontraktor, dan belum termasuk di dalam klasifikasi dari beberapa penjelasan di atas.

#### 4. Biaya Transportasi

Termasuk seluruh biaya transportasi material, peralatan, tenaga kerja yang berkaitan dengan penyelenggara proyek.

### 5. *Overhead* dan Administrasi

Komponen ini meliputi pengeluaran operasi perusahaan yang dibebankan kepada proyek (menyewa kantor, membayar listrik, telepon, biaya pemasaran) dan pengeluaran untuk pajak, asuransi royalti, uang jaminan dan lain-lain.

### 6. *Fee/Laba* dan Kontigensi

Setelah semua komponen biaya terkumpul, kemudian diperhitungkan jumlah kontigensi dan *fee* atau laba.

### 3. Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya proyek secara umum dibedakan menjadi 4 jenis sebagai berikut :

#### 1. Estimasi kasar oleh Pemilik (*Owner*)

Estimasi ini dibutuhkan oleh pemilik proyek untuk memutuskan apakah proyek yang akan dilaksanakan layak dibangun atau tidak ? Dalam hal ini pemilik proyek biasanya menggunakan jasa tenaga ahli untuk melakukan studi kelayakan dari idea dasar yang muncul. Estimasi biaya yang dibuat umumnya masih dalam bentuk global dan kasar, karena perhitungan biaya hanya didasarkan pada idea dasar, gambaran umum maupun pengalaman-pengalaman proyek sejenis, sehingga estimasi biaya yang diperoleh hanya merupakan nilai perkiraan sementara sebagai acuan apakah proyek tersebut mampu untuk dilaksanakan dalam hal ini ketersediaan dana, yang mana deviasi kesalahan masih relative besar.

#### 2. Estimasi pendahuluan oleh Konsultan Perencana (*Designer*)

Estimasi pendahuluan ini dilaksanakan setelah design perencanaan selesai dibuat oleh konsultan perencana, dimana estimasi yang dibuat lebih teliti dibandingkan estimasi terdahulu yang dibuat oleh pemilik proyek, sebab perhitungannya sudah berdasarkan gambar-gambar rencana dan rencana kerja & syarat-syarat (RKS) yang lengkap. Estimasi pendahuluan ini dipakai oleh pemilik proyek untuk acuan dalam mengevaluasi dan menentukan kontraktor mana yang harga penawarannya wajar mendekati estimasi. Estimasi pendahuluan di dasarkan pada design dan masih dapat berubah, apabila ada perubahan pada design.

### 3. Estimasi detail oleh Kontraktor (Pelaksana)

Estimasi detail dibuat oleh kontraktor dengan mengacu design konsultan perencananya yang berupa dokumen lelang, dimana estimasi yang dibuat lebih terperinci dan teliti karena sudah memperhitungkan segala kemungkinan seperti :

- Memperhatikan kondisi medan,
- Mempertimbangkan metoda pelaksanaan,
- Memperhitungkan stock material,
- Memperhatikan kemampuan peralatan kerja,
- Dan hal-hal lainnya yang berpengaruh terhadap estimasi biaya.

Estimasi detail ini dijabarkan dalam bentuk harga penawaran yang diajukan oleh kontraktor pada waktu pelelangan dan akan menjadi “*fixed price*” (harga pasti) bagi pemilik proyek setelah kontraktor ditunjuk sebagai pemenang pelelangan dan Surat Perjanjian Kerja (SPK) sudah ditanda tangani. Estimasi detail ini dipakai untuk acuan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek, seperti :

- Penentuan bobot tiap item pekerjaan di dasarkan pada harga satuan item pekerjaan.
- Pembuatan kurva S didasarkan pada harga kontrak.
- Perhitungan prosentase pekerjaan didasarkan pada perbandingan antara harga item pekerjaan yang telah dilaksanakan dengan harga item pekerjaan yang sama dikontrak.
- Pekerjaan tambah/kurang maksimum 10% juga didasarkan pada harga total kontrak.

Dalam estimasi biaya detail sudah mencakup keuntungan, biaya pajak dan overhead yang timbul selama pelaksanaan pekerjaan sehingga kontraktor dalam membuat estimasi biaya tersebut harus dilakukan dengan cermat jangan hanya mengejar kemenangan pelelangan untuk dapat pekerjaan. Demikian juga bagi pemilik proyek didalam evaluasi untuk menentukan pemenang pelelangan juga harus teliti apakah harga yang ditawarkan wajar (sesuai dengan harga acuan konsultan perencana). Untuk itu apabila ada harga yang masih meragukan biasanya kontraktor diminta datang untuk klarifikasi sebelum penunjukan pemenang.

#### 4. Estimasi sesungguhnya setelah proyek selesai

Estimasi biaya fixed price merupakan biaya yang harus dikeluarkan /disiapkan oleh pemilik, kecuali dalam pelaksanaan pekerjaan terjadi pekerjaan tambah / kurang yang terjadi. Bagi kontraktor nilai kontrak yang telah ditanda tangani tersebut adalah nilai penerimaan yang *fixed*, sedang pengeluaran yang sesungguhnya (*real cost*) hanya diketahui oleh kontraktor sendiri. Nilai penerimaan dikurangi nilai real cost adalah merupakan keuntungan/laba yang diperoleh kontraktor. Estimasi biaya sesungguhnya bisa terjadi “lebih besar” atau “lebih kecil” dari estimasi biaya detail. Jika lebih besar maka kontraktor mengalami kerugian, dan jika lebih kecil maka kontraktor untung dan ini yang diharapkan oleh kontraktor dalam pelaksanaan suatu proyek. Untuk itulah perlunya Manajemen Proyek diterapkan dalam pelaksanaan pekerjaan agar dicapai sesuai tujuan yang telah didefinisikan di awal. Perlu diperhatikan bahwa untuk estimasi biaya sesungguhnya kontraktor yang pegang peranan, untuk itu peranan konsultan pengawas (*supervisi*) sangat diperlukan sekali dalam pengawasan pekerjaan di lapangan agar pekerjaan di lapangan sesuai dengan spesifikasi yang ada di dokumen kontrak.

#### 2.6.2 Sumber Daya Manusia (*human resources*)

Untuk merealisasikan lingkup proyek menjadi *deliverable*, diperlukan pula sumber daya manusia. Pengelolaan sumber daya manusia meliputi proses perencanaan dan penggunaan sumber daya manusia dengan cara yang tepat (*effective*) untuk memperoleh hasil yang optimal. Sumber daya dapat berupa human (tenaga kerja, tenaga ahli, dan tenaga terampi), yang terdiri atas (Berdasarkan Pedoman Peningkatan Profesionalitas SDM Konstruksi, 2007):

##### 1. Tenaga Kerja Konstruksi

Tenaga kerja konstruksi merupakan porsi terbesar dari proyek konstruksi. SDM Konstruksi adalah pelaku pekerjaan di bidang konstruksi yang terdiri atas perencana, pelaksana dan pengawas. Sesuai struktur ketenagakerjaan yang pada umumnya berbentuk piramida, SDM konstruksi mencakup:

- 1). Pekerja yang mencakup pekerja tidak terampil, pekerja semi terampil, dan pekerja teknis,
- 2). Teknisi terampil yang mencakup teknisi terampil administrasi dan teknisi terampil teknis,
- 3). Teknisi ahli dan teknisi profesional,
- 4). Tenaga material yang bisa dikelompokkan menjadi tenaga manajerial terampil dan tenaga manajerial ahli,
- 5). Tenaga profesional.

2. Dilihat dari tingkat pendidikan, struktur ketenagakerjaan SDM konstruksi pada umumnya adalah :

- 1). Pekerja : SD, SLTP
- 2). Teknisi terampil : SMU
- 3). Teknisi Ahli : D3 atau S1
- 4). Tenaga Manajerial terampil SMU, tenaga manajerial ahli D3 atau S1
- 5). Tenaga Professional : berpendidikan S2 dan S3

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja, dengan memperhatikan usaha untuk menyeimbangkan antara jumlah tenaga dan pekerjaan yang tersedia, umumnya kontraktor memilih untuk mengkombinasikan tenaga kerja langsung dengan tenaga kerja borongan. Sedangkan untuk pengawas yang terampil akan tetap dipertahankan meskipun volume pekerjaannya rendah.

### 3. Perencanaan Tenaga Kerja Konstruksi

Menurut Soeharto (1999:213) dalam penyelenggaraan proyek, sumber daya manusia yang berupa tenaga kerja merupakan faktor penentu keberhasilan suatu proyek. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah dengan cepat sepanjang siklusnya, sehingga penyediaan jumlah tenaga kerja harus meliputi perkiraan jenis dan kapan tenaga kerja diperlukan. Dengan mengetahui perkiraan angka dan jadwal kebutuhannya, maka penyediaan sumber daya manusia baik kualitas dan kuantitas menjadi lebih baik dan efisien.

Selanjutnya Soeharto menegaskan bahwa secara teoritis, keperluan rata-rata jumlah tenaga kerja dapat dihitung dari total lingkup kerja proyek yang dinyatakan dalam jam orang dibagi dengan kurun waktu proyek. Namun cara ini kurang efisien karena



tidak sesuai dengan kenyataan sesungguhnya, karena akan menimbulkan pemborosan dengan mendatangkan sekaligus seluruh kebutuhan tenaga kerja proyek yang realistis perlu memperhatikan berbagai faktor, yakni produktivitas tenaga kerja, keterbatasan sumber daya, jumlah tenaga kerja konstruksi di lapangan dan perataan jumlah tenaga kerja guna mencegah gejolak (*fluctuation*) yang tajam.

#### 4. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Untuk menyelenggarakan proyek, salah satu sumber yang menjadi faktor penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Dengan mengetahui perkiraan angka dan jadwal kebutuhannya, maka dapat dimulai kegiatan pengumpulan informasi perihal sumber penyediaan baik kuantitas maupun kualitas. Diawali dengan memperkirakan jumlah tenaga kerja yang diperlukan, yaitu dengan mengkonversikan lingkup proyek dari jumlah jam-orang menjadi jumlah tenaga kerja. Untuk ini diperlukan parameter penting yaitu produktivitas tenaga kerja.

#### 5. Produktivitas Tenaga Kerja

Mengingat bahwa pada umumnya proyek berlangsung dengan kondisi yang berbeda-beda, maka dalam merencanakan tenaga kerja hendaknya dilengkapi dengan analisis produktivitas dan indikasi variabel yang mempengaruhi. Variabel atau faktor ini misalnya disebabkan oleh lokasi geografis, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun oleh peraturan-peraturan yang berlaku. Meskipun demikian, perlu adanya pegangan atau tolak ukur untuk memperkirakan produktivitas tenaga kerja proyek yang hendak ditangani, yaitu untuk mengukur hasil guna atau efisiensi kerja, misalnya dengan membandingkannya terhadap suatu norma yang dipakai sebagai patokan. Karena dalam rangka mengajukan tender, produktivitas tenaga kerja akan besar pengaruhnya terhadap total biaya proyek, minimal pada aspek jumlah tenaga dan fasilitas yang diperlukan. Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas.

#### 6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Variabel-variabel yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan N dapat dikelompokkan menjadi :

##### 1. Kondisi fisik lapangan dan sarana bantu:

2. Supervisi, perencanaan, dan koordinasi;
3. Komposisi kelompok kerja;
4. Kerja lembur;
5. Ukuran besar proyek;
6. Kurva pengalaman (*learning curve*);
7. Pekerja langsung versus subkontraktor; dan
8. Kepadatan tenaga kerja.

Penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut.

➤ Kondisi Fisik Lapangan dan Sarana Bantu

Kondisi fisik geografis lokasi proyek, tempat penampungan tenaga kerja yang terawat serta sarana bantu yang berupa peralatan konstruksi yang amat berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja. Kondisi fisik ini berupa :

- Iklim Musim atau Keadaan Cuaca

Misalnya adanya temperatur udara panas dan dingin serta hujan dan salju. Di daerah tropis dengan kelembaban (*humidity*) udara yang tinggi, dapat mempercepat rasa lelah tenaga kerja. Sebaliknya di daerah dingin, bila musim salju tiba produktivitas tenaga kerja lapangan akan menurun.

- Keadaan Fisik Lapangan

Kondisi fisik lapangan kerja seperti rawa-rawa, padang pasir atau tanah berbatu keras, besar pengaruhnya terhadap produktivitas. Hal yang sama akan dialami ditempat kerja dengan keadaan khusus, seperti dekat unit yang sedang beroperasi. Hal ini dapat terjadi proyek perluasan instalasi yang telah ada, yang serig kali dibatasi oleh bermacam-macam peraturan keselamatan dan terbatasnya ruang gerak, baik untuk pekerja maupun peralatannya.

- Sarana Bantu

Kurangnya kelengkapan sarana bantu seperti peralatan konstruksi (*construction equipment & tools*), akan menaikkan jam-orang untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Sebagai contoh, sarana bantu penyiapan lahan dan truk, *exavator*, *bulldozer*, dan lain-lain. Sarana bantu harus selalu diusahakan siap pakai dengan jadwal pemeliharaan yang tepat.

➤ **Kepenyediaan, Perencanaan dan Koordinasi**

Yang dimaksud dengan penyedia di sini adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas pengelolaan para tenaga kerja, memimpin tenaga kerja dalam pelaksanaan tugas, termasuk menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah-langkah pelaksanaan jangka pendek, serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyedia lain yang terkait. Tugas menjabarkan perencanaan ini memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai lingkup pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya, dan derajat keterampilan tenaga kerja yang akan melaksanakannya. Penyedia yang baik secara aktif akan ikut berpartisipasi dengan memberikan pendapat dan pengalaman dalam meletakkan dasar-dasar perencanaan pekerjaan lapangan yang disusun oleh bidang engineering, karena dengan demikian akan menghasilkan perencanaan yang realistis. Kualitas penyedia besar pengaruhnya terhadap produktivitas secara menyeluruh.

➤ **Komposisi Kelompok Kerja**

Pada kegiatan konstruksi, seorang penyedia lapangan memimpin satu kelompok kerja yang terdiri dari bermacam-macam pekerja lapangan (*labor craft*), seperti tukang kayu, pembantu (*helper*) dan lain-lain. komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan. Yang dimaksud dengan komposisi kelompok kerja adalah :

- Perbandingan jam-orang penyedia dan pekerja yang dipimpinnya;
- Perbandingan jam-orang untuk disiplin-disiplin kerja dalam kelompok kerja.

Perbandingan jam-orang penyedia terhadap total jam-orang kelompok kerja yang dipimpinnya, merupakan indikasi besarnya rentang kendali (*span of control*) yang dimiliki.

### 2.6.3 Sumber Daya Bahan (*material resources*)

Dalam setiap proyek konstruksi pemakaian material merupakan bagian terpenting yang mempunyai prosentase cukup besar dari total biaya proyek. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa biaya material menyerap 50% - 70% dari biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya penyimpanan material. Oleh karena itu penggunaan teknik manajemen yang sangat baik dan tepat untuk membeli,

menyimpan, mendistribusikan dan menghitung material konstruksi menjadi sangat penting. Terdapat tiga kategori material (Stukhart, 1995):

1. *Engineered Material*

Produk khusus yang dibuat berdasarkan perhitungan teknis dan perencanaan. Material ini secara khusus didetail dalam gambar dan digunakan sepanjang masa pelaksanaan proyek tersebut, apabila terjadi penundaan akan berakibat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek.

2. *Bulk Material*

Produk yang dibuat berdasarkan standar industri tertentu. Material jenis ini seringkali sulit diperkirakan karena beraneka macam jenisnya misalnya kabel, pipa, dst.

3. *Fabricated Material*

Produk yang dirakit tidak pada tempat material tersebut akan digunakan di luar lokasi proyek misalnya kusen dan rangka baja.

#### 2.6.4 Pengelolaan Sistem Manajemen Waktu dan Jadwal

Sistem manajemen berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Dimana dalam perencanaan dan penjadwalan tersebut telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough dan Scars, 1991).

1. Menentukan Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Pada tahap ini harus dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktifitas yang mudah ditangani secara bersamaan. Tujuan memecah lingkup aktifitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek (Clough dan Scars, 1991). Adapun langkah-langkah dalam menentukan penjadwalan proyek, yaitu (Soeharto, 1999):

1. Identifikasi Aktifitas (*work breakdownstructure*)

Proses penjadwalan diawali dengan mengidentifikasi aktifitas proyek. Setiap aktifitas diidentifikasi agar dapat dimonitor dengan dan dapat dimengerti pelaksanaannya, sehingga tujuan proyek yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal.

Dalam mengidentifikasi kegiatan sebaiknya tidak terlalu sedikit dalam pembagiannya karena akan membatasi keefektifan dalam perencanaan dan kontrol, juga sebaiknya tidak terlalu banyak dalam pembagiannya karena juga akan membingungkan bagi penggunanya. Dalam penentuan jumlah level detail WBS sebaiknya berdasarkan:

- 1). Kebutuhan pengguna *schedule*.
- 2). Tipe aktifitas (biaya, keamanan, kualitas).
- 3). Ukuran, kompleksitas, dan tipe proyek.
- 4). Pengalaman.
- 5). Persediaan informasi yang didapat.
- 6). Karakteristik sumber daya.

Dalam pengembangan WBS sebaiknya berdasarkan beberapa pembagian:

- 1). Wilayah geografi.
- 2). Area konstruksi.
- 3). Elemen-elemen bangunan.
- 4). Jenis pekerjaan.
- 5). Departemen.

Beberapa hal yang dapat dipakai sebagai pedoman penyusunan WBS (Ervianto, 2004):

- 1). Penyusunan WBS dibuat bertingkat (level) menurut ketelitian spesifikasi pekerjaannya.
- 2). Susunan WBS dibuat atas dasar penguraian yang diskrit dan logis.
- 3). Jumlah level sesuai dengan kebutuhan tingkat pengelolanya.
- 4). Jumlah elemen pekerjaan tiap level sesuai dengan kebutuhan pengelolanya.
- 5). Tiap elemen dalam WBS merupakan pekerjaan yang terukur.
- 6). Elemen pekerjaan dalam WBS merupakan pekerjaan yang terukur.

## 2. Penyusunan Jadwal (*schedule*)

Jaringan kerja yang masing-masing komponen kegiatannya telah diberi kurun waktu kemudian secara keseluruhan dianalisa dan dihitung kurun waktu penyelesaian proyek, sehingga dapat diketahui jadwal induk dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Didalam penyusunan jadwal masukan-masukan yang diperlukan yaitu jenis-jenis aktifitas, urutan setiap aktifitas, durasi setiap aktifitas, kalender (jadwal hari), milestones dan asumsi-asumsi yang diperlukan.

Schedule dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu *master schedule* dan *detailed schedule*. *Master schedule* berisikan kegiatan-kegiatan utama dari suatu proyek yang dibuat untuk *level executive management*, sedangkan *Detailed scheduled* merupakan bagian dari *master scheduled* yang berisikan detail dari kegiatan-kegiatan utama yang dibuat untuk membantu para pelaksana dalam pengerjaan di lapangan.

#### 1. Kurva S

Kurva S pertama kali dikembangkan atas dasar pengamatan terhadap pelaksanaan sejumlah proyek dari awal hingga selesai.

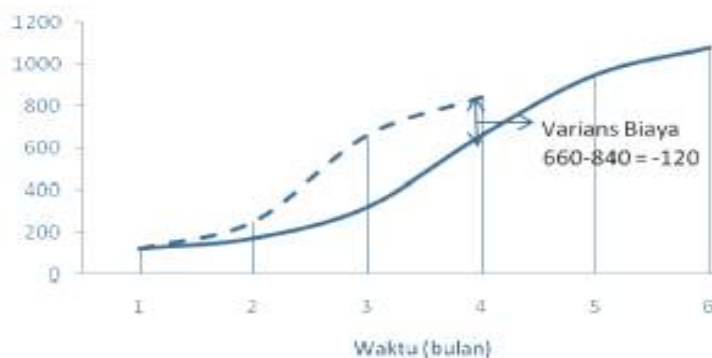
Kurva S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu vertikal terhadap waktu pada sumbu horizontal. Bobot kegiatan adalah nilai persentase proyek dimana penggunaannya dipakai untuk mengetahui kemajuan proyek tersebut. Kemajuan kegiatan biasanya diukur terhadap jumlah uang yang telah dikeluarkan oleh proyek. Perbandingan kurva S rencana dengan kurva pelaksanaan memungkinkan dapat diketahuinya kemajuan pelaksanaan proyek apakah sesuai, lambat, ataupun lebih dari yang direncanakan. (Luthan & Syafriandi, 2006)

Adapun fungsi kurva S adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan waktu penyelesaian proyek.
- b. Menentukan waktu penyelesaian bagian proyek.
- c. Menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek.
- d. Menentukan waktu untuk mendatangkan material dan alat yang akan dipakai

Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi dari kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan antara kurva S rencana dengan realisasi. Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek di plotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis akan membentuk kurva yang membentuk huruf S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian

awal proyek biasanya masih sedikit, kemudian pada bagian pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil (Soeharto, 1995). Lebih jelasnya bentuk daripada kurva S, dapat dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.3 Penggunaan Kurva S untuk Menganalisis Varians.

Sumber: Imam Soeharto, Manajemen Proyek, 1995

## 2.7 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pekerjaan ini menjelaskan mengenai tahapan pelaksanaan pekerjaan yang akan dilakukan, dengan menggunakan pola sesuai dengan diagram air kegiatan dengan pengelompokan jenis pekerjaan dan urutan pelaksanaan dimana ada ketergantungan dan keterkaitan hasil pekerjaan yang satu dengan yang lainnya.

Berikut ini tahap-tahap pekerjaan:

### 1. Pekerjaan Persiapan

a. Pembersihan Lokasi Pekerjaan Tahap Pertama yang dilakukan dalam pelaksanaan pekerjaan ini adalah membersihkan areal pekerjaan sesuai dengan volume yang ada dengan cara membersihkan tanaman semak belukar yang ada disekitar lokasi agar dalam pelaksanaan pekerjaan nantinya tidak ada kendala.

b. Pekerjaan Pengukuran & Pemasangan Bouwplank

Tahap Ketiga adalah pemasangan Bouwplank/Pengukuran dari papan dan kayu 5/7, untuk papan diketam halus atau lurus pada sisi atasnya dan dipasang Waterpass

(timbang air) dengan sudut-sudutnya yang siku. Pekerjaan ini dilakukan adalah untuk menentukan dimana lokasi pembangunan yang akan dilaksanakan nantinya dan juga dalam pekerjaan ini akan ditentukan ketinggian lantai yang akan dilaksanakan. Pemasangan Bouwplank/Pengukuran ini dilakukan bersama-sama dengan Pemilik Proyek, Pelaksana Proyek, Konsultan Perencana, Konsultan Pengawas dan Instansi Lain yang terkait.

c. Pasang Papan Nama Proyek

Papan Nama Proyek akan dibuat dan dipasang pada awal pelaksanaan kegiatan. Papan Nama Proyek ini dibuat dari triplek t. 6 mm dengan ukuran 100 x 120 cm, ditopang kayu kaso (5/7) kelas 2 (borneo) dengan tinggi 250 cm dari permukaan tanah dan dicat dasar warna yang sesuai dan huruf cetak berwarna hitam yang berisi informasi mengenai cakupan kegiatan yang akan dilaksanakan, antara lain :

- Nama Kegiatan
- Pekerjaan yang harus dilaksanakan
- Biaya pekerjaan/ nilai kontrak
- Sumber dana
- Jangka waktu
- Nama penyedia jasa

Papan nama proyek dipasang pada lokasi yang mudah dilihat oleh masyarakat, serta tidak mengganggu lalu lintas.

d. Pembuatan Direksi Keet dan Pos Jaga

Tahap Kedua adalah Pembuatan Direksi Keet/Gudang. Direksi Keet/Gudang ini adalah bangunan sementara dari kayu yang dibangun sebagai tempat penyimpanan bahan/material yang akan digunakan, tempat rapat/koordinasi lapangan antara pelaksana, konsultan perencana, konsultan pengawas dan instansi terkait baik rutin ataupun koordinasi yang sifatnya mendadak dan sebagai tempat istirahat para pekerja.

e. Pembuatan Pagar Keliling

Konstruksi Pagar proyek di buat dengan menggunakan dinding seng dan diperkuat dengan menggunakan tiang – taing besi atau kayu dan di ikat dengan paku/baut pengikat pada jarak tertentu, sehingga konstruksinya kuat dan sesuai dengan fungsi yakni untuk menjamin keamanan pekerja dalam lingkungan proyek.



a. Pekerjaan Tanah dan Pondasi

- Pekerjaan Galian

Persiapkan alat bantu kerja sesuai dengan MS (Method Schedule) pekerjaan galian : manual atau dengan mesin bantu excavator. Adapun langkah-langkah galain tanah adalah sebaga berikut :

- a. Persiapkan alat bantu ukur untuk penentuan batas galian dan pompa air untuk dewatering.
- b. Untuk galian yang besar dan dalam serta berbatasan dengan bangunan lain perlu disiapkan turap untuk dapat menahan tanah di sekelilingnya dan mencegah terjadinya kelongsoran seperti sheet pile, continuous pile, H pile dan lain-lain.
- c. Periksa kemungkinan adanya prasarana lingkungan yang melintasi atau berada di sekitar area galian (jalur kabel/pipa/telepon, dll).
- d. Menentukan batas daerah galian (survey & marking koordinat serta elevasi).
- e. Menentukan peralatan yang cocok untuk pekerjaan penggalian dan jumlah alat untuk kelancaran pekerjaan.

- Pekerjaan Urugan

Persiapan :

- Menyiapkan alat bantu kerja : pacul, pengki (manual), atau peralatan berat seperti bulldozer untuk area urugan yang cukup luas dan bervolume besar. Menyiapkan peralatan pemadatan (compacting) dan alat ukur untuk pengecekan level akhir urugan.
- Untuk urugan yang besar dan dalam serta berbatasan dengan lereng perlu disiapkan turap untuk dapat menahan tanah. Siapkan jalur kendaraan dump truck sesuai urutan pengurugan (apabila outsourcing material urugan)
- Pengurungan dan pemadatan :
- Menyiapkan area urugan (keadaan lapangan).
- Membersihkan lokasi yang akan diurug dari kayu, semak-semak, sampah, dll.
- Menyediakan tanah urug dengan kualitas yang baik.
- Lokasi yang akan diurug/ditinggikan dipersiapkan terlebih dulu supaya terdapat hubungan yang baik antara tanah dasar dengan tanah urugan.
- Jika diperlukan/disyaratkan, tanah bahan urugan diambil di beberapa tempat sebagai sample untuk pemeriksaan pemadatan di laboratorium.

c. Pekerjaan Beton