

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Proyek Konstruksi**

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hubungan antara pihak-pihak yang terlibat dalam satu proyek dibedakan atas hubungan fungsional dan hubungan kerja. (Ervianto, 2003).

Dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya, dan mutu. Pada umumnya, mutu konstruksi merupakan elemen dasar harus dijaga untuk senantiasa sesuai dengan perencanaan. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan. Dengan demikian, seringkali efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan tidak tercapai. Hal itu mengakibatkan pengembang akan kehilangan nilai kompetitif dan peluang pasar (Proboyo, 1999).

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sumber daya, dan membutuhkan organisasi. Kemudian, proses penyelesaiannya harus berpegang pada tiga kendala: Sesuai spesifikasi yang ditetapkan, sesuai time schedule, dan sesuai biaya yang direncanakan. Ketiganya diselesaikan secara simultan. Ciri-ciri tersebut di atas menyebabkan industri jasa konstruksi beda dengan jasa industri lainnya, Misalnya Manufacture (Ervianto, 2003).

## 3.2 Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2010), penjadwalan (*scheduling*) adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ada. Sedangkan menurut Soeharto (1995), jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran pada jadwal setelah dimasukan faktor waktu. Metode penyusunan jadwal yang terkenal adalah analisa jaringan kerja (*network*), yang menggambarkan dalam suatu grafik hubungan urutan pekerjaan proyek. Pekerjaan yang harus didahului pekerjaan yang lain diidentifikasi dalam kaitanya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat bermanfaat untuk perencanaan dan pengendalian proyek. Jenis-jenis *time schedule* ialah metode penjadwalan yang akan dipilih untuk membuat *time schedule* diantaranya.

1. *Bar-chart & Curva S*
2. *Linear Schedule Method*
3. *Network planning diagram:*
  - a. *Program Evaluation And Review Tecnique (PERT)*
  - b. *Critical Path Method (CPM)*
  - c. *Precedence Diagram Method (PDM)*

### 3.2.1 Metode PDM (*Precedence Diagram Method*)

Pembangunan melibatkan banyak aktivitas, tiap aktivitas memerlukan sejumlah waktu yang didefinisikan sebagai durasi proyek. Total waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan juga dinyatakan dalam waktu di penjadwalan proyek, sehingga penetapan waktu penyelesaian proyek dengan metode PDM (*Precedence Diagramming Method*) (Suputra, 2001).

Kegiatan PDM (*Precedence Diagramming Method*) digambarkan oleh sebuah lambang segiempat karena letak kegiatan ada dibagian *node* sehingga sering disebut juga *activity on node*(AON).Kelebihan *Precedence diagram method* dibandingkan dengan Arrow diagram adalah tidak memerlukan diagram

fiktif atau *dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana dan hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*), kotak (*node*) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi), sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap nod mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan dari kegiatan antara lain, kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan ES (*Earliest Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*), dan LF (*Latest Finish*) (Tjaturono, 2004).

Node pada PDM (*Precedence Diagramming Method*) adalah sebagai berikut:

<b>Pekerjaan/Activity</b>		
<b>ES</b>	<b>Durasi</b>	<b>EF</b>
<b>LS</b>		<b>LF</b>

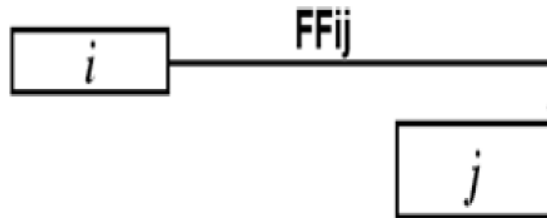
Gambar 3.1 Contoh Node Pada PDM

Jalur kegiatan kritis pada PDM (*Precedence Diagramming Method*) mempunyai sifat-sifat yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama,  $ES=LS$ .
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama,  $EF=LF$ .
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal,  $D=LF-ES$

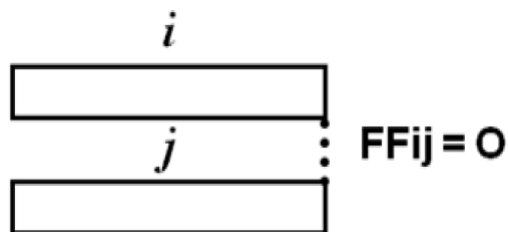
Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.PDM mempunyai hubungan logis ketergantungan yang bervariasi. Pada PDM ada 4 macam hubungan logis/konstrain yang bervariasi, yaitu :

1. *Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



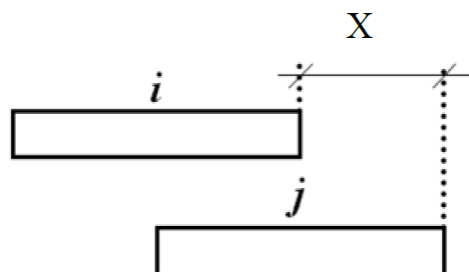
Gambar 3.2 *Finish to Finish* (FF)

- a)  $FF_{ij} = 0$ , artinya selesainya kegiatan i dan j secara bersamaan



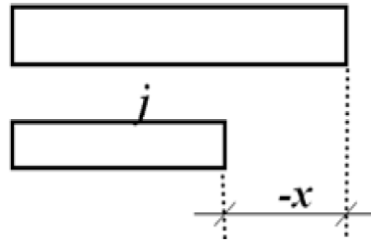
Gambar 3.3 *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = 0$

- b)  $FF_{ij} = x$ , artinya kegiatan j selesai setelah kegiatan i selesai



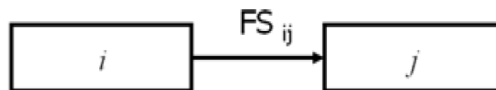
Gambar 3.4 *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = x$

- c)  $FF_{ij} = -x$ , artinya kegiatan i selesainya  $x$  hari lebih dahulu dari selesainya kegiatan j



Gambar 3.5 *Finish to Finish*,  $FF_{ij} = -x$

2. *Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



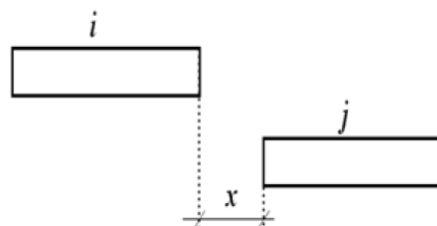
Gambar 3.6 *Finish to Start* (FS)

a)  $FS_{ij} = 0$ , artinya kegiatan j dimulai langsung setelah kegiatan i selesai



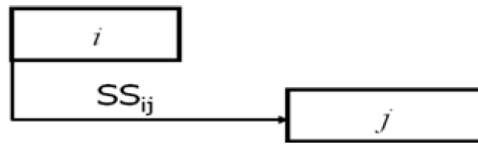
Gambar 3.7 *Finish to Start*,  $FS_{ij} = 0$

b)  $FS_{ij} = x$ , artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i selesai



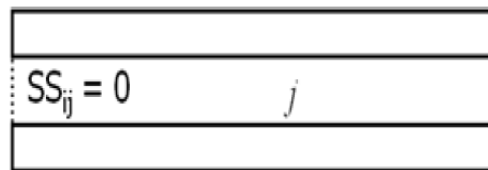
Gambar 3.8 *Finish to Start*,  $FS_{ij} = x$

3. *Start to Start* (SS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



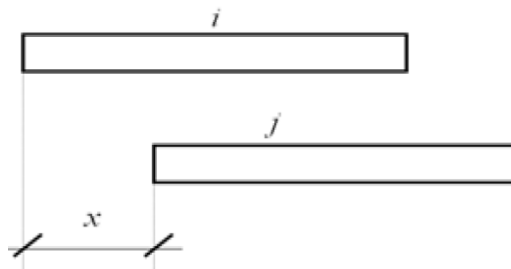
Gambar 3.9 *Start to Start (SS)*

- a)  $SS_{ij} = 0$ , artinya kegiatan i dan j dimulai secara bersama-sama



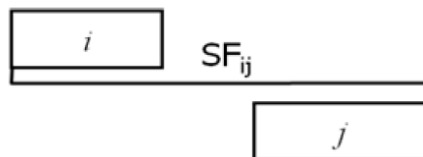
Gambar 3.10 *Start to Start,  $SS_{ij} = 0$*

- b)  $SS_{ij} = x$ , artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i dimulai



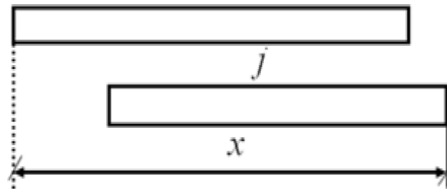
Gambar 3.11 *Start to Start,  $SS_{ij} = x$*

4. *Start to Finish (SF)* yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



Gambar 3.12 *Start to Finish (SF)*

- a)  $SF = x$ , artinya kegiatan j selesais etelah x hari kegiatan i dimulai



Gambar 3.13 *Start to Finish*,  $SF = x$

Untuk kegiatan *Finish to Finish* (FF) dan *Finish to Start* (FS) tenggang waktu/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut “*Lag time*”. Sedangkan, untuk kegiatan *Start to Start* (SS) dan *Start to Finish* (SF), waktu tenggang/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut “*lead time*”.

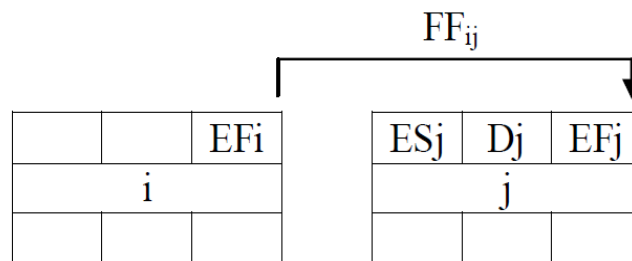
### 3.2.2 Perhitungan PDM (*Precedence Diagramming Method*)

Pada dasarnya perhitungan PDM sama dengan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke muka (*forward pass*) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (*backward pass*) untuk menentukan *Latest Finish* (LF) dan *Latest Start* (LS) berdasarkan hubungan logis/ketergantungan yang ada antar kegiatan.

Pada *Precedence Diagram Method* digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan *finish to finish*. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node.

#### 1. Perhitungan ke Muka (*Forward Pass*)

##### a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)

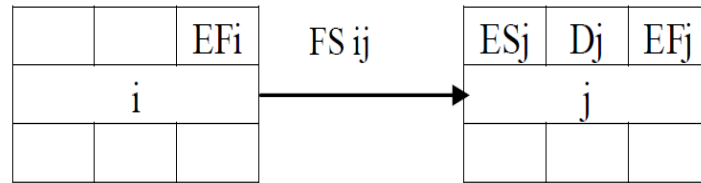


Gambar 3.14 Hubungan ke Muka Kegiatan FF

$$EF_j = EF_i + FF_{ij}$$

$$ES_j = EF_j - D$$

b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

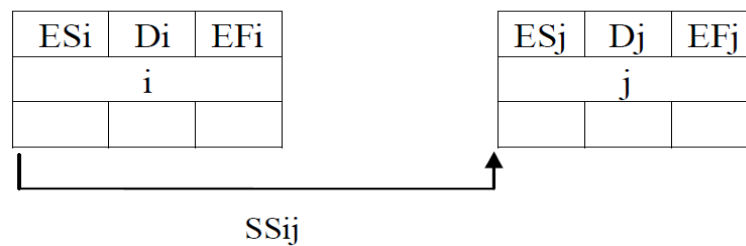


Gambar 3.15 Hubungan ke Muka Kegiatan FS

$$ES_j = EF_i + FS_{ij}$$

$$EF_j = ES_j + D_j$$

c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)

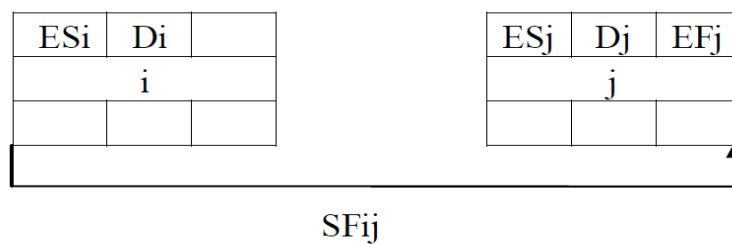


Gambar 3.16 Hubungan ke Muka Kegiatan SS

$$ES_j = ES_i + SS_{ij}$$

$$EF_j = ES_j + D_j$$

d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)



Gambar 3.17 Hubungan ke Muka Kegiatan SF

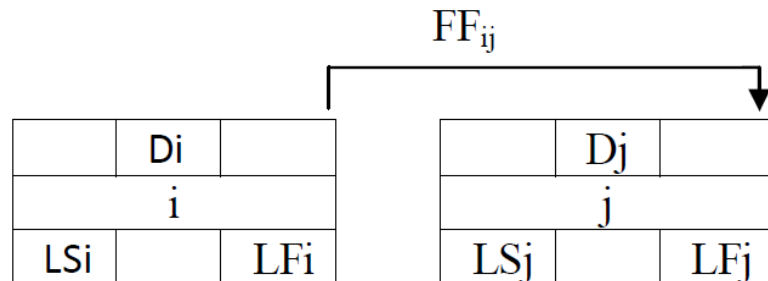
$$EF_j = ES_i + SF_{ij}$$

$$ES_j = EF_j - D_j$$



## 2. Perhitungan ke Belakang (*Backward Pass*)

a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)

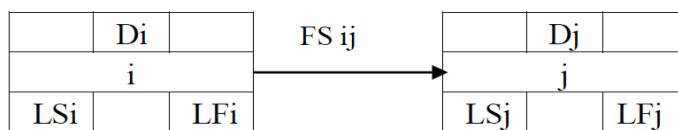


Gambar 3.18 Hubungan ke Belakang Kegiatan FF

$$LF_i = LF_j - FF_{ij}$$

$$LS_i = LF_i - D_i$$

b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

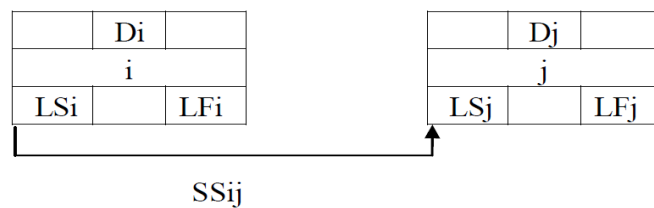


Gambar 3.19 Hubungan ke Belakang Kegiatan FS

$$LF_i = LS_j - FS_{ij}$$

$$LS_i = LF_i - D_i$$

c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)

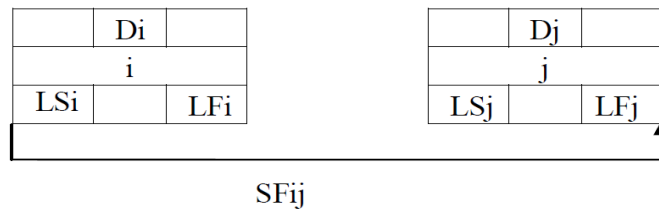


Gambar 3.20 Hubungan ke Belakang Kegiatan SS

$$LS_i = LS_j - SS_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

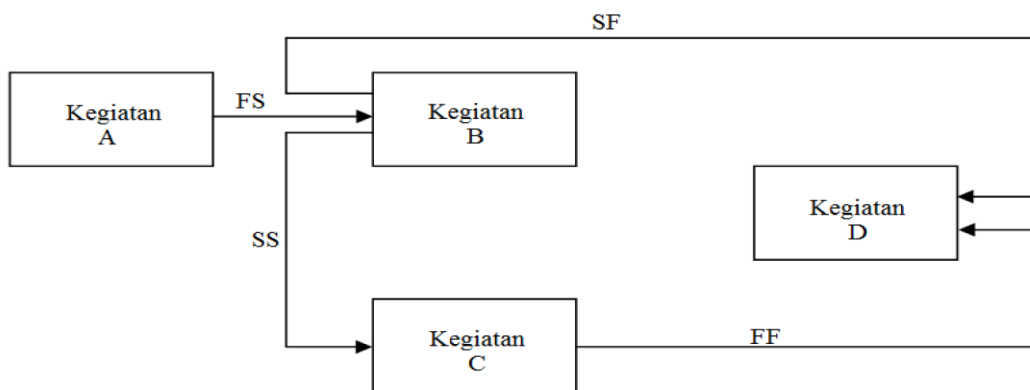


Gambar 3.21 Hubungan ke Belakang Kegiatan SF

$$LS_i = LF_j - SF_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

Pada perhitungan PDM ini, jika perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan (FF,FS,SS,SF) maka ES dan EF di ambil yang maksimum. Namun, untuk perhitungan ke belakang jika ada lebih kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum. (Faisol, 2010)



Gambar 3.22 Hubungan Aktivitas dalam Metode PDM

(Sumber: Budiono, 2006)

### 1.3 Analisis Penjadwalan Ulang Proyek

#### 3.3.1 Umum

*Microsoft Project* adalah suatu paket program komputer yang membantu penyusunan perencanaan dan pemantauan jadwal suatu proyek. Program tersebut

sangat membantu dalam perhitungan jadwal suatu proyek secara terperinci kegiatan demi kegiatan dan merupakan program buatan Microsoft, yaitu salah satu perusahaan software terbesar.

*Microsoft Project* membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap penggunaan sumber daya, baik yang berupa sumber daya manusia, peralatan, maupun bahan. Aplikasi tersebut juga dapat mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor kegiatan, mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur, dan menghitung pengeluaran untuk biaya tenaga kerja pada beberapa kegiatan. Program tersebut juga dapat menyajikan laporan pada setiap posisi sesuai perkembangan yang terjadi pada proyek.

### **3.3.2 Perencanaan Jadwal dengan *Ms.Project***

Dalam bidang rekayasa konstruksi, aplikasi *Microsoft Project 2010* digunakan untuk mengelola rencana atau waktu tugas sehingga suatu proyek yang sedang berjalan dapat dievaluasi sesuai dengan keseluruhan tahapan tugas yang ada dalam proyek tersebut. Tahapan-tahapan perencanaan pada sebuah proyek konstruksi yang dapat dibuat dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Project 2010* adalah:

#### **1. Tahapan Perencanaan Proyek**

Merencanakan suatu proyek dibutuhkan sebuah baseline atau kerangka pelaksanaan proyek. Berkaitan dengan hal tersebut, data-data yang tersimpan pada kerangka proyek dianggap sebagai suatu target yang meliputi:

- a. Menetapkan tanggal dimulainya proyek dan kapan sebuah proyek berakhir.
- b. Menyusun jenis-jenis tugas yang ada.
- c. Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis tugas.
- d. Menetapkan korelasi atau hubungan antara suatu tugas dengan tugas lain.
- e. Membuat perencanaan sumber daya yang akan digunakan pada proyek.
- f. Menyusun data dari sumber daya yang ada berdasarkan pada jenis-jenis tugas.

- g. Menentukan kalender kerja untuk menyusun hari kerja dan jam kerja dari proyek.
  - h. Memasukkan data biaya yang diperlukan.
  - i. Melakukan pemeriksaan apabila ada jadwal penggunaan sumber daya yang *overlapping* atau berbenturan dengan cara melakukan levelling.
2. Tahapan pelaksanaan Proyek

Pada tahap ini, sebagai penanggung jawab proyek akan mengendalikan jalannya proyek dengan menjalankan fungsi aktualisasi atau tracking yang hasilnya akan dimasukkan pada aplikasi *Microsoft Project 2010*.

### 3. Tahapan Laporan Proyek

Tahapan terakhir adalah mendapatkan output yang menunjukkan posisi proyek pada saat laporan dibuat, meliputi:

- a. Pembuatan output file berupa View dan Table yang sesuai dengan kebutuhan.
- b. Pembuatan filter untuk melakukan seleksi dari setiap informasi yang akan ditampilkan pada sebuah proyek.
- c. Pencetakan sebuah laporan tertulis.

### 3.3.3 Jumlah Tenaga Kerja

Untuk menentukan jumlah tenaga kerja perhari, perlu dibutuhkannya jumlah tenaga pekerja total yang dibutuhkan dengan rumus sebagai berikut :

Jumlah pekerja yang dibutuhkan = Volume x Koefisien

Setelah mendapatkan jumlah pekerja total yang dibutuhkan selanjutnya menghitung jumlah tenaga kerja perhari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{Durasi Pekerjaan}}$$

### 3.3.4 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik (barang-barang atau jasa) dengan masukan yang sebenarnya. Proyek konstruksi perlu menggunakan tenaga kerja tenaga kerja seefisien mungkin, maka dari itu suatu proyek konstruksi sangat bergantung pada kinerja dari pekerjaannya.

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja x durasi pekerjaan (hari)}}$$