

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Proyek Konstruksi

Proyek Konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek, serta memiliki suatu proses untuk mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan (Erviyanto, 2005). Suatu kegiatan proyek juga memiliki karakteristik yang unik, serta tujuan-tujuan khusus. Karakteristik unik yang dimaksudkan adalah setiap pembangunan yang ada di dunia ini selalu berbeda mulai dari tahap metode kerja hingga konflik dan kondisi yang berbeda, misalnya saja pembangunan A akan berbeda dengan pembangunan B walaupun memiliki daerah yang sama. Hal tersebut dapat terlihat oleh kepemimpinan organisasi dari pembangunan A dan pembangunan B yang berbeda serta konflik didalamnya.

Karakteristik unik tersebut menimbulkan beberapa permasalahan dalam proyek konstruksi, salah satu permasalahan yang sering dialami oleh proyek konstruksi adalah keterlambatan yang terjadi saat pelaksanaan. Keterlambatan ini berdampak pada biaya proyek. Semakin proyek mengalami keterlambatan, biaya proyek semakin bertambah. Disinilah suatu pengendalian proyek sangat berpengaruh, proyek yang melakukan pengendalian secara baik maka akan menghasilkan proyek yang baik pula.

#### 2.2 Manajemen Proyek Konstruksi

Kegiatan manajemen proyek terdiri dari perencanaan (*planning*), organisasi (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) serta pengendalian (*controlling*). Maka,

dapat dikatakan bahwa manajemen proyek merupakan salah satu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin suatu proyek agar dapat mewujudkan proyek dengan hasil yang baik. Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Ervianto, 2005).

Proyek yang baik adalah proyek yang mampu mengendalikan dengan baik dan selalu mengingat akan tiga batasan atau biasa disebut dengan “Tiga kendala” (*Triple Constraint*). Ketiga kendala tersebut adalah berapa besar biaya anggaran, waktu dan mutu yang harus dipenuhi. Dimana ketiga kendala tersebut saling tarik menarik dan berhubungan. Artinya, apabila proyek ingin meningkatkan kinerja produk sesuai dengan kontrak maka dalam pelaksanaannya harus memikirkan tentang mutu atau kualitas, namun hal itu akan meningkatkan biaya proyek bertambah. Apabila proyek ingin memperkecil keterlambatan maka berpotensi meningkatkan biaya proyek sehingga akan berpengaruh terhadap mutu atau kualitas proyek tersebut.

### **2.3 Biaya Proyek**

Selama masa konstruksi, suatu proyek memerlukan berbagai jenis sumber daya (4M) antara lain tenaga kerja (*man*), material, metode (*method*) dan peralatan (*machine*). Kebutuhan sumber daya akan mempengaruhi masalah keuangan seperti masalah biaya dan pendapatan proyek. Biaya yang digunakan pada proyek adalah biaya total. Sebelum pembangunan proyek selesai dan siap dioperasikan,

diperlukan sejumlah besar biaya atau modal yang dikelompokkan menjadi modal tetap (*fixed capital*) dan modal kerja (*working capital*).

### 2.3.1 Modal Tetap (*Fixed Capital*)

Modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, desain *engineering*, pengadaan, pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. (Soeharto, 2015). Modal tetap dibagi menjadi dua bagian yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

#### 1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah semua biaya yang dikeluarkan secara langsung dan berhubungan dengan aktivitas proyek. Komponen dari biaya langsung sendiri adalah biaya bahan dan material, biaya upah tenaga kerja, biaya alat dan biaya sub-kontraktor

#### 2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan, namun tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan. Biaya tidak langsung antara lain biaya *overhead* atau biaya penunjang untuk kegiatan proyek (fasilitas sementara, operasional petugas, biaya untuk K3, biaya sewa alat), biaya tidak terduga dan keuntungan.

### 2.3.2 Modal Kerja (*Working Capital*)

Modal kerja diperlukan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi, antara lain seperti :

1. Biaya pembelian bahan material seperti minyak pelumas, bahan kimia, serta bahan lain untuk operasi.
2. Biaya persediaan bahan mentah dan upah tenaga kerja pada awal operasi.
3. Pembelian suku cadang untuk keperluan operasi.

#### **2.4 Penjadwalan Proyek**

Penjadwalan merupakan kegiatan untuk menentukan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Penjadwalan berperan penting dalam sebuah perencanaan proyek konstruksi guna memenuhi tujuan yang telah ditetapkan dengan baik mengenai waktu pelaksanaan proyek, biaya proyek, serta sumber daya proyek.

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada (Husen,2011).

##### **1. Metode *Gant Chart*.**

Metode *Gant Chart* atau *Bar Chart* digunakan secara luas dalam proyek karena dalam penerapannya sangat mudah untuk dipahami dan mudah dalam pembuatannya. *Bar charts* adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah *vertical*. Kolom *horizontal* menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan akan terlihat jelas sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (Ervianto, 2005).

## 2. Kurva-S atau *Hannam Curve*.

Kurva-S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Kurva-S secara grafis adalah penggambaran kemajuan kerja (bobot %) kumulatif pada sumbu *vertical* terhadap waktu pada sumbu *horizontal*. Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan presentase berdasarkan biaya setiap item pekerjaan dibagi nilai anggaran (Husen, 2011).

Kurva-S proyek dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek. Dengan membandingkan kurva rencana dan kurva pelaksanaan yang terjadi di lapangan sehingga dapat diketahui keterlambatan jadwal proyek.

## 3. Metode *Networking* (Jaringan Kerja).

Jaringan kerja merupakan visualisasi diagram alir dan urutan, hubungan-hubungan dan ketergantungan dari seluruh kegiatan-kegiatan yang harus dipenuhi untuk melengkapi proyek. Jaringan kerja menggambarkan kegiatan-kegiatan proyek yang harus dilaksanakan, urutan kegiatan yang logis, ketergantungan antar kegiatan, waktu kegiatan melalui lintas kritis.

### 2.5 **Precedence Diagram Method (PDM)**

Metode *Precedence diagram* adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Activity On Node*), dimana suatu kegiatan dituliskan di dalam *node* yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan lain. (Soeharto, 2015). Menurut Ervianto (2005) ada beberapa kelebihan dari metode *Precedence Diagram* ini, yaitu sebagai berikut :

1. Tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana.
2. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Aturan dasar *Critical Path Method* (CPM) atau AOA mengatakan bahwa suatu kegiatan boleh dimulai setelah pekerjaan terdahulu (*predecessor*) selesai, maka untuk proyek dengan rangkaian kegiatan yang tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang akan memerlukan garis *dummy* yang banyak sekali, sehingga tidak praktis. Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam *node* yang berbentuk segi empat. Definisi kegiatan sama halnya dengan CPM, namun perlu ditekankan bahwa dalam PDM kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan, setiap *node* mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam *node* dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Beberapa atribut yang sering dicantumkan adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES,LS,EF,LF, dan lain-lain).

ES	JENIS	EF
LS	KEGIATAN	LF
NO. KEGIATAN		DURASI

Gambar 2.1 *Node* dan Identitas

Keterangan Notasi :

ES = *Earliest Start*

EF = *Earliest Finish*

LS = *Latest Start*

LF = *Latest Finish*

### 2.5.1 Konstrain, *Lead* dan *Lag*

Konstrain menunjukkan hubungan antara kegiatan dengan satu garis dari *node* terdahulu ke *node* berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua *node*. Karena setiap *node* memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F), maka ada 4 macam konstrain yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain diberikan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat tertunda (*lag*).

#### 1. Konstrain Selesai ke Mulai (FS/*Finish to Start*)

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $FS(i-j) = a$  yang artinya adalah kegiatan (j) di mulai a hari, setelah kegiatan (i) selesai.

#### 2. Konstrain Mulai ke Mulai (SS/*Start to Start*)

Penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $SS(i-j) = b$  yang berarti suatu kegiatan (j) dimulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain seperti ini dapat terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100%, maka kegiatan (j) boleh mulai.

### 3. Konstrain Selesai ke Selesai (FF/*Finish to Finish*)

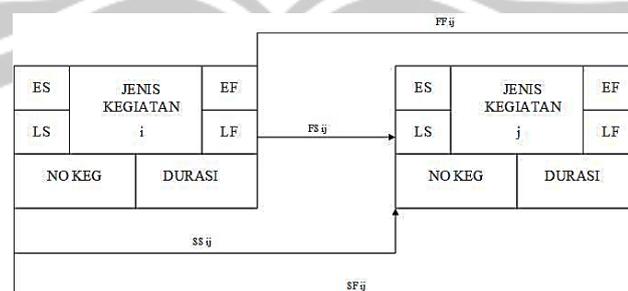
Penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan menjadi,  $FF(i-j) = c$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai.

### 4. Konstrain Mulai ke Selesai (SF/*Start to Finish*)

Hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $SF(i-j) = d$ , yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai.

## 2.5.2 Jalur Kritis

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan kedepan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah kegiatan J.



(Sumber : Ervianto, 2005)

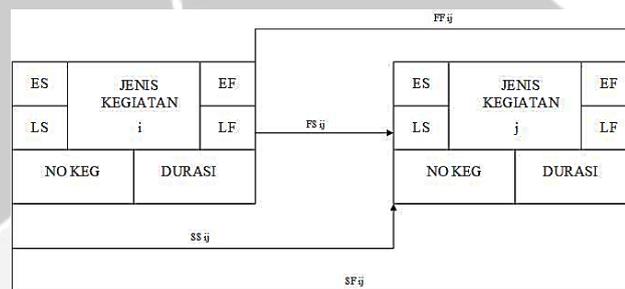
Gambar 2.2 Hubungan Kegiatan I dan J

Besarnya nilai ES<sub>j</sub> dan EF<sub>j</sub>, dihitung sebagai berikut :

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij}$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j$$

Perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Sebagai kegiatan *successor* adalah kegiatan J, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah I.



(Sumber: Ervianto, 2005)

Gambar 2.3 Hubungan kegiatan I dan J

Besarnya nilai LS<sub>j</sub> dan LF<sub>j</sub>, dihitung sebagai berikut :

$$LF_i = LF_j - FF_{ij} \text{ atau } LF_i = LS_j - FS_{ij}$$

$$LS_i = LS_i - SS_{ij} \text{ atau } LS_j = LF_j - SF_{ij} \text{ atau } LF_i - D_i$$

Jalur kritis ditandai oleh beberapa keadaan sebagai berikut :

$$\text{Earliest Start (ES)} = \text{Latest Start (LS)}$$

$$\text{Earliest Finish (EF)} = \text{Latest Finish (LF)}$$

$$\text{Latest Finish (LF)} - \text{Earliest Start (ES)} = \text{Durasi Kegiatan}$$

### 2.5.3 Float

*Float* didefinisikan sebagai sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak disengaja. Akan tetapi, penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu, *Total Float* dan *Free Float*. (Ervianto, 2005).

Total *Float* adalah waktu yang tersedia untuk keterlambatan atau perlambatan pelaksanaan tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek.

$$\text{Total Float (TF)}_i = \text{Minimum (LS}_j - \text{EF}_i) \dots \dots \dots (2-1)$$

*Free Float* adalah waktu yang tersedia untuk keterlambatan atau perlambatan pelaksanaan tanpa mempengaruhi dimulainya suatu kegiatan yang langsung mengikutinya.

$$\text{Free Float (FF)}_j = \text{Minimum (ES}_j - \text{EF}_j) \dots \dots \dots (2-2)$$

#### 2.5.4 *Lag*

*Link Lag* adalah garis keturunan antara kegiatan dalam suatu *network planning*.

Perhitungan ke *Lag* dilakukan dengan cara :

1. Melakukan perhitungan ke depan untuk mendapatkan nilai-nilai *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).
2. Hitung besarnya *Lag*
3. Buatlah garis ganda untuk *Lag* yang nilainya = 0
4. Hitung *Free Float* (FF) dan *Total Float* (TF)

$$\text{Lag}_{ij} = \text{ES}_j - \text{EF}_i$$

$$\text{Free Float}_i = \text{Minimum (Lag}_{ij})$$

$$\text{Total Float}_i = \text{Minimum (Lag}_{ij} + \text{TF}_j)$$

#### 2.6 Percepatan Durasi (*Crashing Project*)

Salah satu untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan

pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada di jalur kritis (Ervianto, 2004).

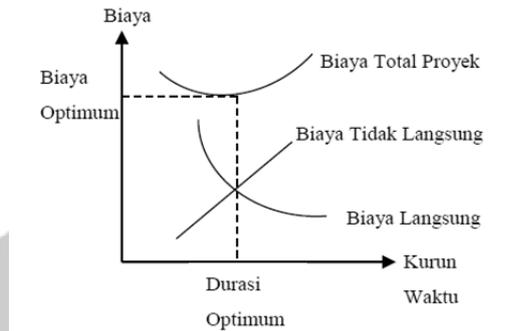
Dalam melaksanakan proses *crashing* ada beberapa alternatif yang mungkin untuk dilakukan guna untuk mempercepat suatu proyek, yaitu :

1. Menambah jam kerja (lembur).
2. Melakukan sistem *shift* kerja.
3. Menggunakan metode konstruksi yang lebih cepat.
4. Menambah jumlah pekerja
5. Menggunakan alat yang lebih produktif
6. Menggunakan material yang mudah dalam pemasangannya

## **2.7 Hubungan Antara Durasi Proyek dengan Biaya Proyek**

Untuk menentukan durasi percepatan dengan menggunakan metode *crashing*, agar tidak terjadi suatu kesalahan maka ada beberapa konsep yang perlu dipahami terlebih dahulu. Konsep hubungan antara sumber daya dengan biaya, apabila kontraktor dalam masa pelaksanaannya melakukan penambahan pekerja dua kalinya, maka biaya akan ikut bertambah. Hal ini dikarenakan oleh kenyataan bahwa tenaga kerja bekerja secara produktif pada awal dari suatu kegiatan dan berangsur-angsur akan menurun. (Ervianto, 2004).

Konsep hubungan antara durasi dengan sumber daya, apabila dalam rencananya digunakan 8 pekerja untuk 1 hari, maka identik dengan 1 pekerja diselesaikan dalam waktu 8 hari. Hal itu dikarenakan, ruang gerak ditempat kerja yang mengharuskan menggunakan sejumlah pekerja tertentu. (Ervianto, 2004).



(Sumber, Soeharto : 1997)

Gambar 2.4 Hubungan Antara Waktu dengan Biaya Total, Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Biaya total proyek berasal dari penjumlahan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung proyek. Dapat dilihat pada Gambar 2.4 grafik hubungan antara waktu dengan biaya total, biaya langsung dan biaya tidak langsung. Apabila waktu pelaksanaan proyek dipercepat, maka akan berpengaruh kepada kenaikan biaya langsung proyek. Namun, apabila waktu pelaksanaan proyek terlalu lambat, maka dapat juga berpengaruh kepada kenaikan biaya langsung proyek. Hal itu dikarenakan biaya langsung merupakan biaya yang ada dan berhubungan langsung dengan proses pelaksanaan konstruksi. Biaya tidak langsung tidak dipengaruhi oleh waktu pelaksanaan proyek, namun biaya tidak langsung dipengaruhi oleh waktu total dari proyek tersebut. Apabila waktu total proyek mengalami keterlambatan maka biaya tidak langsung akan mengalami kenaikan.

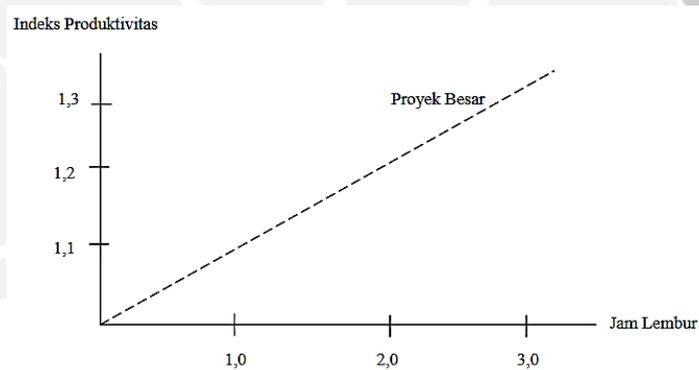
## 2.8 Produktivitas

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat

(Ervianto, 2005). Produktivitas tenaga kerja akan sangat berpengaruh terhadap biaya total proyek. Semakin tinggi produktivitas maka biaya proyek akan semakin murah, sebaliknya apabila semakin rendah produktivitas maka biaya proyek akan semakin mahal (Sirait, 2010).

### 2.8.1 Produktivitas Kerja Lembur

Tuntutan untuk dilakukan kerja lembur atau jam kerja yang panjang lebih dari 40 jam per minggu tidak dapat dihindari, misalnya saja untuk mengejar sasaran jadwal, walaupun hal ini dapat menurunkan efisiensi kerja. (Soeharto, 2015).



(Sumber: Soeharto, 2015)

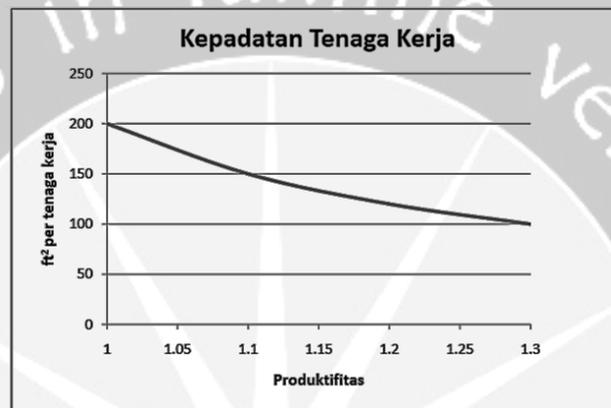
Gambar 2.5 Indikasi Menurunnya Produktivitas Karena Kerja Lembur

### 2.8.2 Produktivitas Penambahan Tenaga Kerja

Melakukan Penambahan tenaga kerja mampu mempercepat suatu pelaksanaan proyek dan meminimalkan keterlambatan proyek konstruksi. Namun, hal ini juga mampu menimbulkan menurunnya produktivitas, hal ini dikarenakan ruang gerak pekerja Semakin banyak jumlah pekerja maka semakin kecil ruang gerak pekerja dan semakin sempit area pekerja. Karena area tersebut akan menjadi terlalu sibuk dan pada akhirnya akan mencapai titik penurunan produktivitas. Titik itu disebut dengan titik jenuh, dalam perencanaan tenaga kerja perlu adanya

perhatian terhadap titik jenuh tersebut agar tidak sampai terjadi ketika ingin mengejar jadwal penyelesaian. (Soeharto, 2015).

Gambar 3.5 ini memperlihatkan bila jumlah tenaga kerja bertambah, maka produktivitas per tenaga kerja menurun. Menurut Soeharto (2015) Angka kepadatan tenaga kerja juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti berikut :



(Sumber: Soeharto, 2015)

Gambar 2.6 Kepadatan Tenaga Kerja *Versus* Produktivitas