

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Proyek Kontruksi**

Heizer dan Render (2006) menjelaskan bahwa proyek didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama. Dalam pengertian lain proyek sendiri merupakan sebuah kegiatan yang memanfaatkan sumber daya dalam seluruh proses kegiatan, dan sumberdaya tersebut dapat diukur.

Menurut Ervianto (2001) dalam Anggreini (2016), proyek konstruksi memiliki beberapa tahap kegiatan, antara lain :

1. Studi Kelayakan

Pada tahap ini pemilik proyek diyakinkan mengenai kelayakan aspek ekonomi dan lingkungan dari perencanaan dan perancangan proyek konstruksi yang diusulkan.

2. Penjelasan

Pada tahap ini konsultan diberi arahan mengenai fungsi dan biaya yang diizinkan oleh pemilik proyek sehingga menghasilkan desain yang sesuai dengan keinginan pemilik proyek.

3. Perancangan

Pada tahap ini dimaksudkan memberi penjabaran proyek dan desain tata letak, struktur, metode pelaksanaan dan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek tersebut.

4. Pelelangan

Pada tahap ini dilakukan untuk memilih kontraktor yang akan melakukan proses pelaksanaan kontruksi.

5. Pelaksanaan

Pada tahap ini proyek konstruksi yang sudah dirancang oleh pihak perencana dilaksanakan dengan anggaran, mutu, dan waktu yang sudah disepakati.

## 6. Pemeliharaan dan persiapan penggunaan

Pada tahap ini pemilik proyek memastikan bahwa proyek terlaksana sesuai dengan desain dan dokumen kontrak yang sudah disepakati sebelumnya.

Terdapat 3 (tiga) kendala yang mempengaruhi standar keberhasilan pencapaian suatu proyek konstruksi, antara lain:

- a. Proyek konstruksi harus sesuai dengan anggaran biaya yang direncanakan.
- b. Mutu dalam proyek konstruksi harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- c. Waktu pelaksanaan harus sesuai dengan perencanaan yang telah disetujui.

### **3.2 Penjadwalan Proyek**

Sebagai salah satu faktor pendukung keberhasilan pencapaian proyek konstruksi, tentu saja sebuah proyek harus memiliki target batasan penyelesaian. Hal ini bisa dilakukan dengan penjadwalan kegiatan yang terarah dan pengaturan waktu yang baik dalam proses pelaksanaan proyek konstruksi. Seluruh rangkaian kegiatan diatur secara sistematis disertai dengan keterangan mengenai waktu dimulai dan diakhirinya kegiatan pelaksanaan proyek dengan jelas.

Manfaat dari penjadwalan proyek dibagi menjadi dua, yaitu manfaat penjadwalan bagi pemilik proyek dan manfaat penjadwalan bagi pelaksana. Manfaat penjadwalan bagi pemilik proyek antara lain :

1. Pemilik proyek mendapat gambaran mengenai waktu dimulai dan selesainya proyek tersebut.
2. Pemilik proyek dapat melakukan evaluasi dan penilaian jika terjadi perubahan waktu dan biaya proyek tersebut.
3. Pemilik proyek dapat merencanakan *cashflow*.

Sedangkan manfaat penjadwalan bagi pelaksana antara lain :

4. Pelaksana dapat merencanakan segala kebutuhan yang berkaitan dengan kebutuhan material, peralatan dan tenaga kerja.
5. Pelaksana dapat mengatur waktu keterlibatan sub kontraktor.

Penjadwalan proyek juga memiliki beberapa faktor yang akan mempengaruhi kompleksitas dari penjadwalan proyek itu sendiri, adapun faktor – faktor yang mempengaruhi adalah :

1. Dana yang tersedia dan dana yang diperlukan
2. Waktu yang tersedia dan yang diperlukan
3. Penambahan tenaga kerja dan jam kerja lembur untuk mempercepat
4. Sumber daya yang tersedia dan yang diperlukan
5. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas

Pada proses penjadwalan proyek terdapat 5 (lima) metode yang dapat digunakan antara lain :

1. *Bar Chart*
2. *Network Planning*
3. PERT
4. LOB
5. Kurva S.

Sementara itu teknik penjadwalan proyek sendiri terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu *Gannt Chart* dan *Network Planning*.

### **3.3 Network Planning**

Jaringan kerja atau *network planning* menurut Dimiyati (2014) ialah model penyelenggaraan proyek dalam bentuk informasi mengenai sumber daya yang digunakan dan informasi jadwal pelaksanaan yang terdapat dalam network diagram. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *network planning* ialah perencanaan bagi setiap pekerjaan dalam proyek yang digambarkan dalam diagram jaringan kerja.

Menurut Badri (1991) dalam Anggreini (2016), *network planning* memiliki keuntungan, antara lain :

1. Perencanaan, *scheduling*, dan pengawasan dapat dilaksanakan dengan logis,
2. Perencanaan proyek yang menyeluruh dan detail.
3. Dapat dijadikan sarana komunikasi rencana waktu (*scheduling*) dan alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan anggaran.

4. Efisiensi pengawasan karena konsentrasi pengawasan yang tepat hanya pada jalur-jalur kritis (*critical path*).

Sementara, Badri (1991) juga menambahkan bahwa data yang diperlukan untuk penyusunan network planning antara lain :

1. Urutan pekerjaan yang logis.
2. Perkiraan penyelesaian bagi setiap kegiatan
3. Biaya yang dibutuhkan untuk mempercepat kegiatan
4. Sumber daya yang dibutuhkan untuk setiap kegiatan.

Dalam penelitian ini jaringan kerja dibuat dengan menggunakan Precedence Diagram Method yang diperkenalkan oleh J.W.Fondahl dari Universitas Stanford USA. *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah suatu jaringan kerja yang termasuk kedalam klasifikasi AON (*Activity on Node*). Kegiatan dalam PDM dituliskan dalam node yang umumnya berbentuk segi empat dan anak panah yang bertujuan sebagai petunjuk hubungan antar kegiatan yang bersangkutan.

Keunggulan *Precedence Diagram Method* dibanding dengan CPM dan PERT adalah:

1. Dalam kegiatan yang bersifat tumpang tindih (*overlapping*) tidak memerlukan garis dummy untuk pembuatan jaringan sehingga dapat menjadi lebih sederhana.
2. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Simbol pada jaringan PDM digambarkan dalam sebuah persegi panjang sebagai berikut:

ES	JENIS	EF
LS	KEGITAN	LF
NO.KEG		DURASI

**Gambar 3. 1** Simbol Kegiatan PDM

Dimana :

ES : *Earliest Start*

EF : *Earliest Finish*

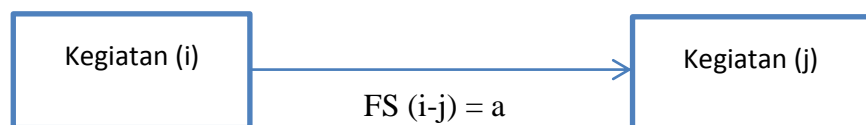
LS : *Latest Start*

LF : *Latest Finish*

No. Keg : Nomor Kegiatan

Pada kegiatan PDM terdapat empat macam konstrain, yaitu:

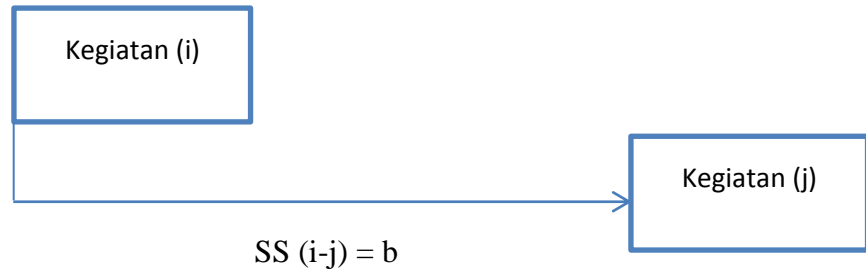
1. *Finish to Start (FS)*



**Gambar 3. 2** Kegiatan FS

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. FS (i-j) = a dimaksudkan kegiatan (j) mulai pada a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.

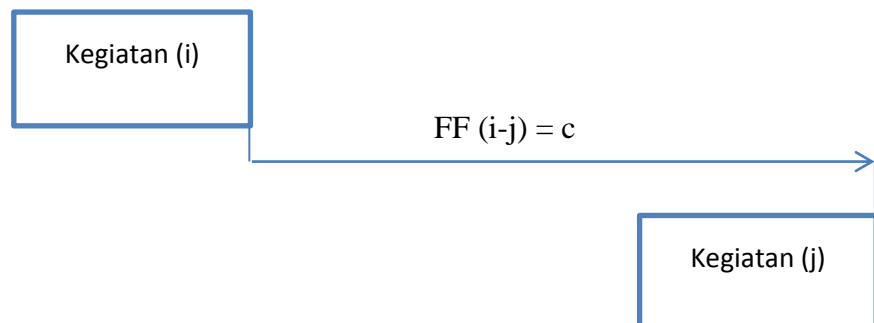
2. *Start to Start (SS)*



**Gambar 3. 3** Kegiatan SS

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu.  $SS (i-j) = b$  dimaksudkan kegiatan (j) boleh mulai setelah kegiatan tertentu (i) selesai dengan besar angka b (hari) tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu.

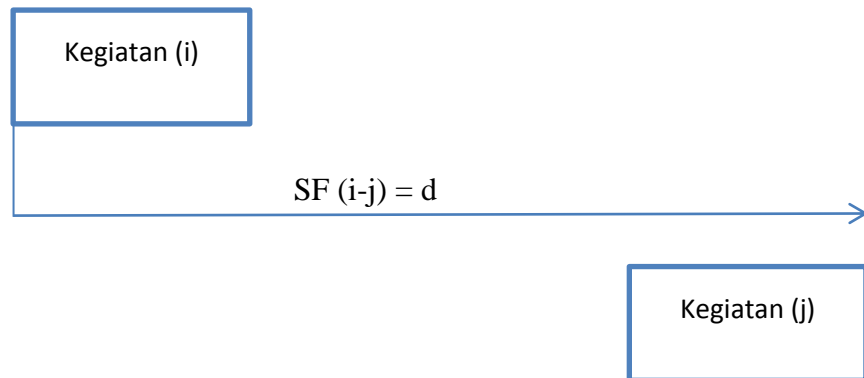
3. *Finish to Finish*



**Gambar 3. 4** Kegiatan FF

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu.  $FF (i-j) = c$  dimaksudkan suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari pada kegiatan (i) yang terdahulu selesai.

#### 4. *Start to Finish*



**Gambar 3. 5** Kegiatan SF

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan yang terdahulu.  $SF (i-j) = d$  dimaksudkan suatu kegiatan (j) selesai setelah  $d$  (hari) kegiatan (i) yang terdahulu mulai.

#### 3.3.1 Perhitungan PDM

##### 1. Hitungan maju

Berlaku dan ditunjukkan untuk hal – hal berikut :

- Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Diambil angka ES terbesar bila lebih dari satu kegiatan bergabung.
- Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu, dan (j) bagi kegiatan yang sedang ditinjau.
- Waktu awal dianggap nol.
  - Waktu paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau  $ES(j)$ , adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu  $ES(i)$  atau  $EF(i)$  ditambah konstrain yang bersangkutan.

$$EF (J) = ES(i) + SS(I-j) \text{ atau}$$

$$ES(i) + SF (I-j) - D(j) \text{ atau}$$

$$EF(i) + FS (I-j) \text{ atau}$$

$$EF(i) + FF (I-j) - D(j)$$

Pilih angka terbesar.

- 2) Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau  $EF(j)$ , adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut  $ES(j)$ , ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan  $D(j)$ , atau ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$EF(j) = ES(j) + D(j)$$

b. Hitungan Mundur

Hitungan mundur bertujuan untuk hal-hal berikut :

- 1) Menentukan LS, LF dan kurun waktu *float*
- 2) Mengambil angka LS terkecil bila lebih dari satu kegiatan yang bergabung.
- 3) Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau dan (j) bagi kegiatan berikutnya
  - 1) Menghitung LF (i), waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan

$$LF(i) = LF(j) - FF(i-j) \text{ atau}$$

$$LF(j) - SF(i-j) + D(i) \text{ atau}$$

$$LS(j) - FS(i-j) \text{ atau}$$

$$LF(j) - SS(i-j) + D(i)$$

Pilih angka terkecil.

- 2) Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau  $LS(i)$ , adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut  $LF(i)$ , dikurangi kurun waktu bersangkutan, atau :

$$LS(i) = LF(i) - D(i)$$

### 3.4 Kurva S

Kurva S menurut Warren T. Hanumm adalah grafik yang dikembangkan berdasarkan pengamatan yang dilakukan sejak awal dimulainya sejumlah proyek sampai akhir proyek yang menunjukkan hubungan antara prosentase penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek/progress berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang



direpresentasikan sebagai suatu persentase kumulatif dari seluruh kegiatan, Abrar Husen (2011). Proses kemajuan pelaksanaan proyek dapat diketahui dengan membandingkan kurva s yang sudah direncanakan dengan kurva s yang terjadi pada saat pelaksanaan. Hal tersebut dapat diketahui apakah pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan atau percepatan.

Grafik kurva S terbentuk sebab mengalami pelaksanaan proyek yang bergerak lambat diawal kegiatan kemudian diikuti dengan kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama dan pada akhirnya kegiatan menurun kembali dan berhenti pada suatu titik.

### **3.5 Biaya Proyek**

Biaya merupakan jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan guna menunjang kegiatan konstruksi baik dalam masa perencanaan maupun pelaksanaan proyek. Pada tahap perencanaan proyek akan menghasilkan suatu dokumen yaitu dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang berisi detail rincian rencana pengeluaran biaya pelaksanaan pada tiap kegiatan yang kemudian menjadi dasar pengendalian biaya dalam pelaksanaan proyek. Agar suatu perusahaan memperoleh keuntungan pada saat melaksanakan suatu proyek konstruksi nilai Realisasi Biaya Pekerjaan (RBP) harus jumlahnya lebih kecil atau setidaknya sama dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Menurut Badri (1991) dalam Anggreini (2016), terdapat 3 (tiga) macam biaya proyek, yaitu:

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

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan secara langsung untuk memperoleh sumberdaya untuk penyelesaian proyek. Unsur – unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah biaya upah, biaya material, biaya peralatan, dan biaya sub kontraktor.

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

Biaya tidak langsung adalah biaya pengeluaran di luar biaya konstruksi, yang berhubungan dengan pengawasan dan pengarahan kerja. Besar biaya ini

dipengaruhi oleh durasi penyelesaian proyek. Pengeluaran yang termasuk biaya tidak langsung adalah sewa gedung, gaji pegawai, pajak, asuransi, rekening listrik dan air, dan lain lain.

### 3. Biaya Kesempatan yang Hilang (*Opportunity Cost*)

Biaya kesempatan yang hilang yaitu keuntungan potensial yang hilang bila proyek mundur penyelesaiannya. Keuntungan tersebut akan diperoleh jika penyelesaian proyek lebih cepat. Biaya – biaya ini akan naik seiring dengan mundurnya waktu penyelesaian proyek.

### **3.6 Schedule Compression**

*Schedule compression* atau percepatan proyek merupakan percepatan suatu penyelesaian proyek pada saat proyek itu direncanakan maupun saat proyek telah dilaksanakan. *Schedule compression* sendiri terdiri dari 2 jenis, yaitu *crashing* dan *fast tracking*. *Crashing* ialah mempersingkat durasi pekerjaan dengan konsekuensi penambahan biaya akibat kebutuhan pekerja dan penambahan waktu kerja. Sedangkan *fast tracking* ialah pengerjaan suatu pekerjaan secara *overlap* dengan resiko teknis yang berdampak pada kualitas dan biaya proyek. Dan pada penelitian ini, *schedule compression* yang akan dibahas oleh peneliti ialah mengenai *crashing project*.

### **3.7. Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (Crashing)**

*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 pada jalur kritis, Ervianto (2005). Sehingga lintasan kritis yang berada pada *network planning* harus sudah diketahui sebelum melakukan *crashing*, karena *crashing* menjadi faktor utama dalam mempercepat durasi proyek.

Terdapat 2 (dua) landasan mengenai percepatan pekerjaan. Yang pertama ialah percepatan aktual atau *actual acceleration*. Percepatan aktual adalah percepatan yang dilaksanakan atas permintaan pemilik proyek kepada pelaksana proyek untuk menambah jumlah pekerja, waktu lembur dan *shift work* untuk

mempercepat waktu pengerjaan dari yang dijadwalkan. Yang kedua ialah percepatan konstruktif atau *constructive acceleration*. Percepatan konstruktif merupakan upaya percepatan yang dilakukan kontraktor tanpa instruksi dari pemilik proyek untuk memenuhi waktu penyelesaian proyek.(Hensen dalam Fika, 2017)

Dalam upaya percepatan proyek dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi waktu atau mempercepat penyelesaian proyek. Upaya dalam percepatan proyek berdampak langsung pada perubahan waktu penyelesaian proyek dan biaya yang dibutuhkan. Sehingga dalam mempercepat suatu proyek harus dipilih waktu dan biaya yang optimal agar dapat terselesaikan dengan baik sesuai standar yang diharapkan.

Terdapat beberapa alternatif cara untuk mempercepat proyek, yaitu :

- a. Menambah jumlah pekerja
- b. Menambah jam kerja (lembur)
- c. Menggunakan *shift*
- d. Menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya
- e. Menggunakan metode pelaksanaan yang lebih cepat
- f. Menggunakan peralatan yang lebih produktif

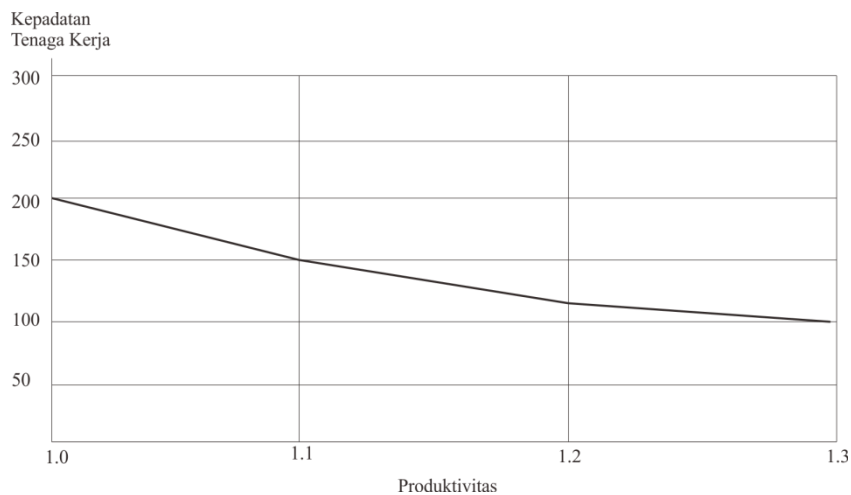
Dalam penelitian ini alternatif yang digunakan upaya mempercepat proyek dengan penambahan jumlah pekerja dan menambah jam kerja.

### 3.7.1 Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja merupakan alternatif cara mempercepat proyek yang efisien jika mempertimbangkan faktor – faktor seperti daya tampung lokasi pekerjaan, fleksibilitas untuk melakukan pekerjaan, pengawasan tenaga kerja, dan keamanan kerja. Produktivitas penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Produktivitas crashing} = \frac{\text{Prod.harian normal} \times \text{jumlah pekerja percepatan}}{\text{jumlah pekerja normal}}$$

Pada penambahan jumlah tenaga kerja penurunan produktivitas tidak terjadi dikarenakan faktor tenaga yang digunakan masih produktif, sehingga faktor kelelahan, kejenuhan, dan kurang telitian pekerja yang akan berdampak pada proses pelaksanaan proyek konstruksi tidak ada.



**Gambar 3. 6** Kepadatan Tenaga Kerja

Sumber : Iman soeharto

Grafik tersebut memperlihatkan apabila jumlah tenaga bertambah mengakibatkan kepadatan tenaga kerja, maka produktifitas pertenaga kerja menurun sehingga diperlukan pengelolaan sistem jam kerja yang baik.

### 3.7.2 Penambahan Jam Kerja ( lembur )

Pada alternatif penambahan jam kerja terdapat beberapa rencana yang dilakukan dalam optimalisasi percepatan proyek, yaitu :

1. Waktu kerja normal 8 jam, sedangkan waktu kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal berakhir.
2. Perhitungan harga upah pekerja diatur melalui Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 mengenai Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11, yang sebelumnya sudah diatur pada pasal 8 diperhitungkan sebagai berikut :
  - a. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan.

b. Perhitungan upah sejam adalah  $\frac{1}{173}$  x upah sebulan.

Rumus :

Upah jam lembur pertama  $= 1,5 \times \frac{1}{173}$  x upah sebulan

Upah jam lembur kedua dan seterusnya  $= 2 \times \frac{1}{173}$  x upah sebulan

### **3.8 Produktivitas Tenaga Kerja**

Produktivitas kerja merupakan kemampuan dalam melakukan suatu pekerjaan yang lebih optimal daripada ukuran yang biasa pada umumnya. Dalam proyek konstruksi produktivitas dinilai selama proyek berlangsung, nilainya dapat dipisahkan berdasarkan biaya tenaga kerja, material, metoda, dan alat yang digunakan. Suksesnya suatu proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengolahan sumber daya. Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi meliputi material, machines, men, method, dan money.

Handoko (1984) menyebutkan bahwa untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja dapat dilakukan dengan pendekatan sebagai berikut :

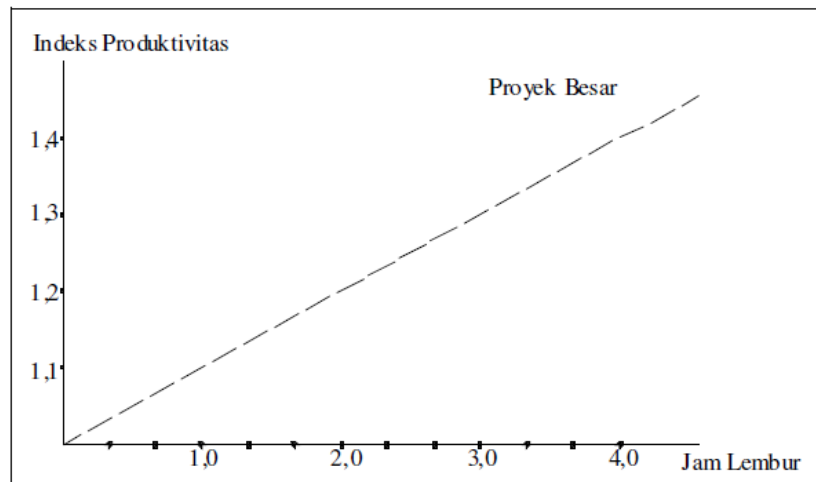
1. Melalui sistem ketenaga kerja yang dipakai.
  - Peningkatan atau pengurangan jumlah tenaga kerja.
  - Pengadaan sistem kerja lembur untuk melaksanakan crash program.
2. Melalui pendekatan manajemen.
  - a. Perbaiki metode operasi secara keseluruhan.
  - b. Peningkatan, penyederhanaan atau pengurangan variasi produk untuk masing – masing tenaga kerja.
  - c. Perbaiki organisasi, perencanaan dan pengawasan

### **3.9 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas**

Pada penelitian Kaming (1997), menyebutkan bahwa ada 4 faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu :

1. Metoda dan teknologi terdiri atas faktor : desain rekayasa, metoda konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan terdiri atas faktor : perencanaan dan penjadwalan, tata peralatan, manajemen tenaga kerja.

3. Lingkungan kerja terdiri atas faktor : keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia terdiri atas : tingkat upah kerja, kepuasan kerja, insentif pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja, hubungan kerja antar sejawat, kemangkiran.



**Gambar 3. 7** Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas Jam Lembur

Sumber : Soeharto (1997)