

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan yang dapat dijadikan literatur untuk penyusunan penelitian ini adalah:

1. penelitian yang dilakukan oleh Zurkiyah, dan Narwan Hidayat (2020) penelitian yang berjudul “Studi Optimasi Waktu dan Biaya Alat Berat Pada Pekerjaan Pondasi Dengan Metode *Time Cost Trade Off* Pada *Project* Pembangunan Terminal LPG *Presurized* 4 X 3000 MT Medan-Belawan”, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung percepatan waktu dan biaya alat berat untuk mengatasi akibat keterlambatan waktu pada pekerjaan pondasi pancang. Dalam penelitian tersebut dilakukan penambahan 2 alat berat HSPD dari yang awalnya berjumlah 1 unit alat berat untuk melakukan pemancangan sebanyak 480 titik, dimana 1 unit alat berat HSPD mampu melakukan pemancangan sebanyak 6 titik dalam sehari dengan jumlah jam kerja 8jam/hari.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Rizky Widyo Kisworo, Fajar Sri Handayani, Sunarmasto (2017) dengan judul “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Dan Jumlah Alat”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu pekerjaan yang cepat dan biaya yang lebih hemat dari kondisi awal perencanaan. Dalam penelitian tersebut dilakukan penambahan jam lembur dan jumlah

kapasitas alat yang digunakan. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil, dengan penambahan jam lembur dapat didapatkan biaya optimum proyek sebesar Rp 39.236.409.113,12 dengan waktu optimumnya 191 hari. Hal ini berarti terdapat pengurangan total cost sebesar Rp 112.688.051,04 dari total cost normal Rp 39.349.097.164,38 dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp 42.184.488,82 dan berkurangnya biaya tidak langsung sebesar Rp 154.872.539,86 serta terjadi pengurangan durasi proyek selama 54 hari dari durasi normal 245 hari menjadi 191 hari. Dari hasil tersebut maka didapatkan efisiensi waktu sebesar 22,0408% dan efisiensi biaya sebesar 0,29%. Sementara dengan penambahan kapasitas alat dapat diketahui bahwa biaya optimum proyek sebesar Rp 39.342.963.710,11 dengan waktu optimumnya 212 hari. Hal ini berarti terdapat pengurangan total cost sebesar Rp 6.133.454,27 dari total cost normal Rp 39.349.097.164,38 dengan penambahan biaya langsung sebesar Rp 88.510.876 dan berkurangnya biaya tidak langsung sebesar Rp 94.644.330 serta terjadi pengurangan durasi proyek selama 33 hari dari durasi normal 245 hari menjadi 212 hari. Dari hasil tersebut maka didapatkan efisiensi waktu sebesar 13,4694% dan efisiensi biaya sebesar 0,015%.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Nailul Izzah (2017) dengan judul “Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X” dalam penelitian ini dilakukan penambahan jam lembur dan

penambahan jumlah pekerja, dimana dengan penambahan jam kerja lembur didapatkan hasil durasi atau umur proyek yang optimal yaitu 523 hari kerja, dengan total biaya proyek yang sebesar Rp. 6.762.540.793 dengan presentase efisiensi waktu sebesar 5,76 % dan efisiensi biaya proyek sebesar 0,019 %. Sementara dengan penambahan pekerja didapat hasil total durasi proyek yang optimal yaitu 523 hari kerja, dengan total biaya proyek sebesar Rp. 6.753.245.793. Dengan efisiensi waktu 5,76 % dan efisiensi biaya proyek 0,156 %. Sehingga dari hasil tersebut digunakan opsi penambahan jumlah pekerja dikarenakan penambahan jumlah pekerja didapat hasil yang lebih optimal.

Tabel 2. 1 Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dimulai

Judul	Topik Penelitian	Tujuan penelitian	Metode Penelitian	Hasil penelitian
Studi Optimasi Waktu dan Biaya Alat Berat Pada Pekerjaan Pondasi Dengan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Pada <i>Project</i> Pembangunan Terminal LPG <i>Presurized</i> 4 X 3000 MT Medan-Belawan	Studi tentang mengoptimasi penggunaan waktu dan biaya alat berat pada pekerjaan pondasi untuk mengatasi keterlambatan waktu.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung percepatan waktu dan biaya alat berat untuk mengatasi akibat keterlambatan waktu pada pekerjaan pondasi pancang.	Metode dari penelitian ini adalah dengan menghitung produktivitas alat berat HSPD, dan menambah jumlah alat berat HSPD dari yang awalnya 1 unit menjadi 3 unit untuk mengatasi keterlambatan waktu pekerjaan pondasi pancang.	Hasil dari penelitian ini adalah dengan menambahkan alat berat HSPD menjadi 3 unit dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan pondasi pancang sehingga dapat meminimalisir kerugian akibat denda keterlambatan waktu.
Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Time Cost Trade Off</i> Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Dan Jumlah Alat	Mengoptimalkan waktu dan biaya yang dibutuhkan pada proyek.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu pekerjaan yang cepat dan biaya yang lebih hemat dari kondisi awal perencanaan.	Metode dari penelitian ini adalah dengan cara menambah jam lembur, dan dengan cara menambah kapasitas alat yang digunakan pada proyek untuk mendapat hasil waktu pekerjaan yang lebih cepat, dan biaya yang lebih hemat.	Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan dengan cara menambah jam kerja dan jumlah kapasitas alat dapat mempercepat durasi pekerjaan dan menghabiskan biaya yang lebih sedikit dari kondisi perencanaan.
Analisis Pertukaran Waktu	Mengoptimalkan waktu dan biaya yang	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk	Metode dari penelitian ini adalah	Hasil dari penelitian ini disimpulkan

<p>dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X</p>	<p>dibutuhkan pada proyek perumahan.</p>	<p>mendapatkan waktu pekerjaan yang cepat dan biaya yang lebih hemat dari kondisi awal perencanaan.</p>	<p>dengan cara menambah jam kerja lembur dan jumlah pekerja.</p>	<p>dengan penambahan jumlah pekerja mengasilkan biaya dan waktu yang lebih optimal daripada penambahan jam lembur, sehingga dipilih opsi penambahan pekerja dikarenakan dengan penambahan jumlah pekerja didapat hasil yang lebih optimal.</p>
<p>Otimasi Waktu Dan Biaya Alat Berat Pada Pekerjaan Erection Dengan Metode Time Cost Trade Off</p>	<p>Menganalisis opsi untuk mendapatkan waktu pekerjaan dan biaya alat berat mobile crane yang lebih baik pada pekerjaan erection rangka baja.</p>	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu rencana untuk menyelesaikan pekerjaan erection, dan untuk mendapatkan perbandingan waktu dan biaya pekerjaan alat berat yang lebih baik dari waktu rencana.</p>	<p>Metode dari penelitian ini adalah dengan cara melakukan analisis waktu pekerjaan erection berdasarkan pada produktivitas mobile crane di lapangan, kemudian dilakukan penambahan jam kerja lembur alat berat mobile crane sebanyak 1 jam, dan dengan dengan cara menambah jumlah unit alat berat mobile crane yang awalnya 2 unit menjadi 4 unit mobile crane. Untuk mendapat perbandingan waktu dan biaya yang terbaik</p>	<p>Hasil dari penelitian ini adalah disimpulkan dengan cara penambahan alat berat dapat memberikan penghematan waktu yang signifikan dengan selisih biaya yang tidak terlalu jauh dari perencanaan, daripada dengan opsi penambahan jam lembur.</p>

B. Landasan Teori

1. Pekerjaan *Erection*

Pekerjaan erection adalah pekerjaan struktural seperti pemasangan mesin, perakitan komponen baja menjadi kerangka dan pekerjaan sejenis lainnya. Prosesnya melibatkan kegiatan pengangkatan dan penempatan komponen ke posisinya, lalu menghubungkannya. Umumnya hal ini dilakukan dengan melalui pemasangan baut, dan pengelasan di lokasi pekerjaan.

Pada proyek pembangunan *new factory* 1 dan *new factory* pekerjaan erection yang dilaksanakan adalah meliputi pekerjaan pemasangan kolom, *tie beam*, *overstek*, *rafter*, *purlin* dan *girder*.

2. *Time Cost Trade Off*

Time cost trade off atau pertukaran antara waktu dan biaya adalah suatu cara yang digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan pada proyek dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis yang disengaja dan sistematis.

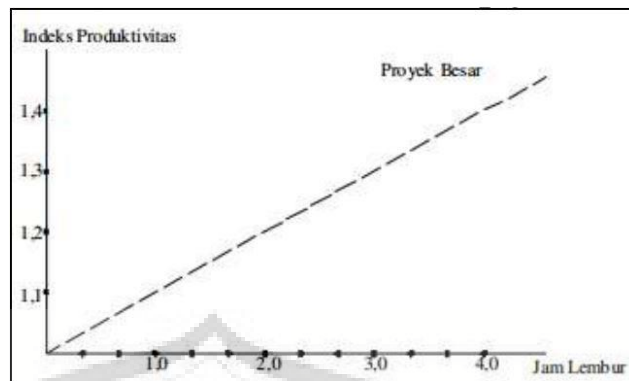
Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi waktu dan biaya alat berat pada pekerjaan pemasangan kolom baja dengan *Time cost trade off* dengan cara yang dipilih yaitu dengan menambahkan jam kerja alat berat dan jumlah alat berat.

Pada proses perhitungan analisa pertukaran biaya dan waktu terdapat istilah-istilah yang digunakan, yaitu:

- a. Waktu Normal (*Normal Time*) adalah durasi yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan hingga selesai dengan cara yang efisien tetapi tidak mempertimbangkan adanya kerja lembur dan cara-cara pekerjaan kusus lainnya.
- b. Waktu Percepatan (*Crash Time*) adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan asumsi bahwa ketersediaan sumber daya bukan merupakan hambatan.
- c. Biaya Normal (*Normal Cost*) adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dengan durasi normal.
- d. Biaya Percepatan (*Crash Cost*) adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan durasi yang tersingkat.

3. Kerja Lembur

Kerja lembur adalah kerja yang dilakukan dengan menambah jam kerja perhari diluar jam kerja normal. Penambahan jam kerja lembur bertujuan untuk memperbesar produksi kerja, sehingga dengan kerja lembur suatu aktivitas dapat diselesaikan dengan lebih cepat. Tetapi yang perlu diperhatikan dengan kerja lembur adalah akan menurunnya indeks produktivitas pekerja, hal ini disebabkan karena pekerja yang terlalu lelah.



Gambar 2. 1 Grafik menurunnya produktivitas akibat kerja lembur

Sumber: Soeharto (1997)

Dari grafik diatas menunjukkan penurunan produktivitas pekerja, nilai selisih produktivitas kerja lembur adalah 0,1 perjam, jadi pekerja akan mengalami penurunan produktivitas 0,1 setiap 1 jam.

4. Alat Berat

Alat berat merupakan suatu peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi kegiatan konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Alat berat dalam ilmu teknik sipil merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu infrastruktur di bidang konstruksi sehingga pekerjaan yang dilakukan dapat menjadi lebih mudah. Alat berat merupakan suatu faktor yang penting dalam pelaksanaan proyek, terutama proyek dengan skala besar yang tujuannya untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan suatu pekerjaannya sehingga hasil didapatkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif

lebih singkat dan dengan hasil yang diharapkan lebih baik (Rostiyanti, 2002).

Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dalam menggunakan alat berat dalam suatu pekerjaan antara lain (Wilopo, 2009) :

- Waktu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat. Alat berat dapat membantu mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikerjar target waktu penyelesaiannya.
- Tenaga besar. Alat berat dapat melaksanakan suatu pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia, seperti contohnya mengangkat beban berat.
- Ekonomis, karena waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dapat menjadi lebih singkat dan efisien.
- Mutu hasil kerja yang dicapai dapat lebih baik dengan memakai peralatan alat berat.

Dalam proyek pembangunan pabrik ini, khususnya dalam pekerjaan *erection* diperlukan alat berat jenis *mobile crane*. *Mobile crane* adalah salah satu jenis alat berat alternatif pengganti *tower crane* apabila dalam sebuah proyek memerlukan alat berat yang mencakup ketinggian dengan mobilitas yang tinggi, dan bisa juga digunakan pada pembangunan seperti jembatan, jalan, bendungan dan pekerjaan pembangunan lainnya.



Gambar 2. 2 *Mobile Crane*

Pada umumnya *mobile crane* dibagi menjadi dua jenis yaitu:

a. *Mobile Crane* dengan kendali kabel (*Crawler Crane*)

Crawler Crane atau sering disebut crane beroda rantai merupakan sebuah crane dengan *crawler* terdiri atas satu set track yang menempel pada link untuk bergerak/berpindah dengan merayap. Perpindahan dilakukan dengan cara tram motor memutar track roda rantainya. Pada umumnya crane ini mempunyai kapasitas pengangkatan yang besar dibandingkan dengan jenis crane beroda ban. Namun karena berat mesin dan lambannya pergerakan *crawler* menjadi satu kekurangan bagi *crane* jenis ini.

b. *Mobile Crane* dengan kendali Hidrolis (*Mobile Crane Hydraulic*)

Jenis *crane* ini banyak digunakan karena mempunyai pergerakan yang cepat karena menggunakan ban karet dengan didukung kendaraan truk, mempunyai kelincihan, dan kemampuan membelok dengan stabil. pengoperasian *crane* ini menggunakan tenaga *hydraulic*.

Tabel 2. 2 Perbandingan *Crane*

Roda Ban Karet	Roda <i>Crawler</i>
Digunakan pada permukaan yang baik (misalnya pada beton, tanah padat).	Untuk digunakan pada bermacam-macam jenis permukaan.
Bekerja baik pada permukaan yang menurun dan datar.	Dapat bekerja pada berbagai permukaan.
Cuaca yang basah dapat menyebabkan slip.	Dapat bekerja pada tanah yang basah atau berlumpur.
Bekerja baik untuk jarak tempuh yang panjang.	Mempunyai jarak tempuh yang pendek.
Dipakai untuk mengatasi tanah lepas.	Dapat dipakai untuk mengatasi tanah keras
Kecepatan alat dalam keadaan kosong tinggi.	Kecepatan alat dalam keadaan kosong rendah.

Sumber : Rostiyanti (2008)

Dalam Proyek pembangunan ini menggunakan dua unit *mobile crane* dalam pekerjaan pemasangan kolom baja. Unit *mobile crane* yang digunakan tersebut adalah:

- 1) Tadano TL-250e
 - Kapasitas Angkut : 25.000 kg
 - Daya Mesin : 230 HP
 - Panjang jib : 8.0 m
 - Kecepatan Hoisting : 59 m/min

2) Kato KR-25H

Kapasitas Angkut : 25.000 kg

Daya Mesin : 185 HP

Panjang jib : 7.0 m

Kecepatan Hoisting : 53 m/min

5. Siklus Kerja dan Waktu Siklus

Siklus kerja *mobile crane* adalah gerakan dari *mobile crane* selama melakukan gerakan untuk pada saat melakukan pekerjaan adalah sebagai berikut :

- 1) Mengangkat (menarik material).
- 2) Memutar (bergerak secara horizontal).
- 3) Menurunkan / membongkar material.
- 4) Kembali pada posisi ke tempat memuat.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan pengangkatan disebut waktu siklus. Waktu siklus ini memberikan informasi dan digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat. Secara perhitungan waktu siklus yang dibutuhkan *mobile crane* didapatkan dengan menambahkan durasi yang dibutuhkan *mobile crane* untuk menyelesaikan proses pekerjaan. Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari :

a. Waktu menunggu (*delay time*)

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengaitkan/mengikat material ke pengait. Untuk memuat material harus dengan bantuan tenaga kerja manusia, karena alat ini tidak bisa memuat sendiri material ke pengait. waktu ini sering digunakan oleh operator untuk istirahat sejenak karena material terkadang harus disiapkan dulu supaya dapat diangkat.

b. Waktu mengangkat

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkat material pada ketinggian yang dituju semakin tinggi tujuan pengangkatan maka semakin panjang waktu yang diperlukan demikian juga sebaliknya.

c. Waktu memutar

Adalah waktu yang diperlukan untuk memutar boom pada sudut yang diinginkan, semakin besar sudut yang akan dituju maka waktunya semakin lama.

d. Waktu menurunkan

Adalah waktu yang diperlukan untuk menumpah material atau melepaskan ikatan pada kait untuk pekerjaan ini maka harus dibantu oleh tenaga kerja karena alat ini tidak dapat melepas sendiri ikatan materialnya.

e. Waktu memasang

Adalah waktu yang diperlukan untuk memasang material yang telah diangkat dan diturunkan dititik yang telah ditentukan. Pekerjaan ini dibantu oleh pekerja untuk pemasangannya.

f. Waktu kembali lagi

Adalah waktu yang diperlukan untuk memutar kembali setelah melepas ikatan material dan kembali ke tempat mamuat material yang baru.

6. Efisiensi Kerja

Cara yang umum dipakai untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam. Contohnya jika dalam satu jam waktu efektif alat bekerja adalah 45 menit maka dapat dikatakan efisiensi alat adalah $45/60$ atau 0,75 (Rostiyanti,2008). Untuk menentukan efisiensi kerja suatu alat maka dapat menggunakan cara meninjau waktu efektif kerja alat dalam satu jam kerja dan yang kedua menggunakan faktor teoritis dalam satu jam yang dirangkum pada tabel efisiensi kerja.

Tabel 2. 3 Nilai Efisiensi Kerja

Kondisi	Waktu kerja efektif	Nilai efisiensi
Baik sekali	55 menit/jam	0,92
Baik	50 menit/jam	0,83
Sedang	45 menit/jam	0,75
Jelek	40 menit/jam	0,67

Sumber : Rochmanhadi (1994)

7. Produktivitas Alat

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{CT} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

CT = Waktu siklus

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus diatas menjadi:

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{ct} \times \text{Efisiensi} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Produktivitas = Q (ton/jam)

Kapasitas = q (ton)

CT = Waktu Siklus (menit)

Efisiensi = Tabel 2.2

8. Biaya Operasional

Biaya operasional alat berat didapatkan dari harga yang berdasarkan dari hasil survey di lapangan dan dihitung dengan rumus berikut:

a. Biaya Bahan Bakar

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \text{FOM} \times \text{FW} \times \text{PBB} \times \text{PK} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

FOM = Faktor operasi mesin

FW = Faktor efisiensi waktu operasi

PBB = Kondisi standar pemakaian bahan bakar per horsepower

Bensin : 0.23 liter/horsepower/jam

Solar : 0.15 liter/horsepower/jam

PK = Daya kuda standar mesin

b. Biaya Pelumas

$$Q = \frac{f \times hp \times 0,006}{7,4} + \frac{C}{t} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

Q = jumlah pemakaian pelumas

hp = daya kuda standart mesin

C = kapasitas karter mesin

f = faktor pengoperasian

t = lama penggunaan pelumas

c. Biaya Operator

d. Baya Sewa Alat

9. Manajemen Alat Berat

Manajemen alat berat merupakan proses pengelolaan terhadap semua aspek alat berat sepanjang usia hidupnya mulai dari proses pemilihan sampai peremajaan. Menurut Rostiyanti (2002), Pada suatu proyek konstruksi, pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu dipilihnya sebuah alat berat pada suatu proyek konstruksi, karena tidak semua alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, karena pemilihan alat berat bergantung pada proyek konstruksi apa yang akan dilaksanakan. Oleh karena itu pemilihan alat berat yang sesuai sangatlah diperlukan. Karena jika pemilihan alat berat tidak tepat maka akan menyebabkan penggunaan waktu serta biaya pekerjaan yang tidak efisien.

Faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat antara lain sebagai berikut:

1) Fungsi yang Harus Dilaksanakan

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.

2) Kapasitas Peralatan

Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

3) Jenis Proyek

Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam dan sebagainya.

4) Lokasi Proyek

Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.

5) Jenis dan Daya Dukung Tanah

Jenis tanah di lokasi proyek dan material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras atau lembek.

6) Kondisi Lapangan

Kondisi dengan medan yang sulit dengan kondisi yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

10. Komponen Biaya Alat Berat

a. Biaya Kepemilikan (*owner Ship*) atau Biaya Pasti

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhatikan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus diperhitungkan karena alat semakin lama akan berkurang hasil produksinya, bahkan pada waktu

tertentu alat sudah tidak dapat memproduksi lagi, hal ini tersebut sebagai depresiasi.

b. Biaya Penyewaan Alat

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan-ketentuan yang telah dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum.

c. Jam Operasi atau Waktu Kerja

Efisiensi waktu dibutuhkan guna tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana. Untuk mewujudkan disiplin khususnya waktu, maka dibutuhkan adanya loyalitas tinggi dari semua pihak yang terlibat. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain jam operasional normal dan lembur.

11. Karakteristik Material

Dalam proyek pembangunan pabrik ini material struktur utama yang digunakan adalah baja. Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel.

Baja yang digunakan untuk struktur pabrik ini adalah jenis baja WF (*Wide Flange*) dan CNP. Baja WF (*Wide Flange*) adalah baja struktural

di mana flensa memiliki ketebalan sama dari ujung hingga ke web.
Jika dilihat dari bagian atas, terlihat seperti huruf 'H'. Baja ini juga
biasa disebut dengan *I-Shape*.

