

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Proyek adalah suatu aktifitas yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah ide atau gagasan menjadi menjadi suatu kenyataan fisik. Bisa dikatakan bahwa proyek adalah proses untuk mewujudkan sesuatu yang tidak ada menjadi ada dengan biaya tertentu dan dalam batas waktu tertentu (Nugraha dkk,1985). Pengertian proyek dalam pembahasan ini dibatasi dalam arti proyek konstruksi, yaitu proyek yang berkaitan dengan konstruksi pembangunan. Untuk mencapai suatu tujuan tertentu sebuah proyek konstruksi memiliki tiga kegiatan pokok yaitu.

1. Perencanaan, perencanaan adalah suatu proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Perencanaan memberikan pegangan bagi pelaksanaan mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan (Soeharto, 1997).
2. Penjadwalan, penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992).
3. Pengendalian, pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran (Mockler, 1972).

Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari dua hal yaitu, keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek (Soeharto,1997). Dari sisi waktu, suatu proyek disebut sukses jika waktu yang digunakan dalam

penyelesaian proyek tidak melebihi target waktu yang telah disepakati oleh pihak pemilik proyek dan pihak yang mengerjakan proyek (Kristanto,2007).

3.2 Pengertian Manajemen Alat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan.

Menurut Rosiyanti (2002) alat-alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik.

Menurut Wilopo, (2009) keuntungan-keuntungan yang di peroleh dengan menggunakan alat berat antara lain :

1. Waktu pengerjaan lebih cepat

Memperecepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan ang sedang dikejar target penelesaiannya.

2. Tenaga besar

Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

3. Ekonomis

Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.

4. Mutu hasil kerja lebih baik

Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi

Menurut Benjamin (1991), Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi dilapangan, agar dapat berproduksi seoptimal dan seefisien mungkin. Faktor – faktor yang mempengaruhi yaitu :

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.

2. Syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah, keterbatasan lahan.
4. Letak daerah/lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperature, angin, ketinggian, sumber daya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan.
6. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan alat yang lain.
7. Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi
8. Kemampuan suatu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

3.3 Pengenalan Alat Berat

3.3.1 Mobile Crane

Mobile crane merupakan alat berat berupa *truck* atau sejenisnya untuk melakukan pengangkutan material baik dalam arah horizontal maupun vertikal yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain atau melakukan mobilitas. Jenis ini banyak digunakan karena pergerakannya yang cepat dengan dukungan truck, lincah, dan mampu membelok dengan stabil. Selain itu lengan boom dapat dikendalikan dengan sistem hidrolis (*hydraulic controlled*) selama masih didalam proyek. *Mobile crane* yang dipasang pada unit *truck* sebagai *superstructure* dapat berputar (*stewing*) dan untuk menjaga kestabilan alat pada saat bekerja, maka dilengkapi dengan *outriggers* yang dapat diatur.

Jenis – Jenis *Mobile Crane*

Menurut Rostiyanti (2002), jenis – jenis dari mobile crane adalah :

1. *Crawler crane*

Tipe ini mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360°. dengan roda besi/crawler maka crane tipe ini dapat bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Alat tersebut bisa dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Crawler crane

(Sumber : indiaMART (2018))

2. *Rough Terrain Crane*

Merupakan alat angkut peralatan berat beroda empat yang terbuat dari karet yang bergerigi seperti halnya crawler crane biasa digunakan pada lokasi bermedan berat. Alat tersebut bisa dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Rough Terrain Crane

(Sumber : indiaMART (2018))

3. *Teleskopik Crane*

Merupakan sebuah *crane teleskopik* yang terdiri dari sejumlah tabung dipasang satu di dalam yang lain yang bersistem tenaga hidrolik dan memperpanjang dan memperpendek panjang total boom. *Teleskopik crane* sering digunakan untuk proyek-proyek konstruksi jangka pendek. Alat tersebut bisa dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 *Teleskopik Truck Crane*

(Sumber: alibaba (2018))

4. *Truck Load Crane*

Truck load crane merupakan truck kecil biasanya sebagai truck alat bantu mobile crane yang lain. Kapasitas angkatnya mencapai dari 1-4 ton.



Gambar 3.1 *Truck Load Crane*

Sumber : alibaba (2018)

Keterangan gambar :

1. Ruang operator : untuk mengendalikan *truck* saat berpindah tempat
2. *Centralized control panels* : tempat operator untuk mengatur *crane*
3. *Outriggers Plate* : Penyangga *truck crane* agar dalam keadaan stabil saat beroperasi.
4. *Boom* : lengan *crane* untuk mengangkat beban dengan jarak sesuai kebutuhan.

3.3.2 Hydraulic System

Menurut www.sanyglobal.com *mobile crane*, pompa hidraulik, motor hidraulik, *cylinder valve*, *cylinder-cylinder*, *seal-seal* memegang peranan pokok dalam keandalan *crane*. Baik *outrigger*, *boom*, *boom angle*, *sling* angkat/turun, *slewing*, semuanya diatur dengan sistem hidraulik yang dikendalikan melalui handle operasi dari dalam cabin, cepat, lembut dan tidak bersuara. Sistem hidraulik memakai 3 (tiga) pompa hidraulik utama yaitu :

- a. Untuk *hoisting* (naik-turun beban)
- b. Untuk *slewing* (berputar)
- c. Untuk boom (panjang pendek boom) dan *outrigger*

Karena *crane* dijalankan dengan sistem hidraulik, selalu diperiksa dengan teliti kondisi *hydraulic system*nya. Olie hidraulik memakai olie yang sesuai dengan yang diminta oleh spek pabrik pembuat, level minyak *hidraulik* jangan sampai kurang dan jangan terlambat menggantinya, dapat berakibat pompa hidraulis cepat rusak (keausan yang berlebihan pada rumah pompa, silinder dan piston) yang berakibat menurunnya kemampuan angkat *crane*. Kalau ada seal *hydraulic* yang bocor harus segera diganti, disamping olie hidraulik akan terbuang keluar juga demi keamanan operasi.

Untuk model-model yang baru, hydraulic mobil crane sekarang dilengkapi dengan *Advanced Microcomputer Control System*. Sistem ini melindungi *crane* secara otomatis dari bahaya *over load*, caranya ialah dengan perhitungan *critical load* secara presisi melalui program electronic computer dengan menghubungkan 7 (tujuh) fungsi-fungsi pokok *crane* yaitu : *safety level (total moment)*, *boom angle*,

working radius, boom length, critical load, actual load, dan maximum hook lift. Semua faktor di *display* dalam suatu *graphic display panel* yang mudah dibaca oleh operator *crane* didalam cabin. Setiap saat *display* menunjukkan dengan digital posisi : *safety level (total moment), boom angle, working radius, boom length, dan critical load.*

Kalau beban yang diangkut beratnya melebihi batas kritis *crane*, alarm akan berbunyi dan *crane* tidak mau dioperasikan. Operator harus mengubah posisi *crane* sedemikian rupa sehingga beban tidak menjadi kritis lagi. *Crane* tidak boleh dipakai untuk menarik beban atau memancing (posisi benda yang diangkat tidak lurus vertikal di bawah *hook*, maka *hook* akan bengkok.

3.3.3 Kapasitas Alat

Kapasitas *mobile crane* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut :

1. Untuk mesin beroda crawler memiliki 75% dari kapasitas alat.
2. Untuk mesin beroda ban karet memiliki 85% dari kapasitas alat.
3. Untuk mesin yang memiliki kaki (*outringger*) memiliki 85% dari kapasitas alat.

Sedangkan faktor luar yang harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat adalah berikut ini :

1. Ayunan angin terhadap alat.
2. Ayunan beban pada saat dipindahkan.
3. Kecepatan pemindahan material.
4. Pengereman mesin dalam pergerakannya.

3.3.4 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja *mobile crane* terdiri dari :

1. *Hoisting machanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme yang digunakan untuk mengangkat beban.

2. *Slewing mechanism* (mekanisme putar)

Mekanisme yang digunakan untuk memutar jib dan counter jib sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.

3. *Traveling mechanism* (mekanisme jalan)

mekanisme yang digunakan untuk menurunkan beban yang telah diangkat.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan disebut waktu siklus. Waktu siklus ini memberikan informasi yang digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat. Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari:

a. Waktu menunggu (*delay time*)

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengaitkan/mengikat material ke *hook block*. Pada proses tersebut membutuhkan tenaga kerja sampai material siap diangkat. Pada saat ini crane berhenti bergerak menunggu material yang siap untuk diangkat.

b. Waktu mengangkat

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkat material pada ketinggian yang ditentukan.

c. Waktu memutar

Adalah waktu yang diperlukan untuk memutar boom pada sudut yang diinginkan.

d. Waktu menurunkan

Adalah waktu yang diperlukan untuk menumpah material atau melepaskan ikatan pada kait yang dibantu oleh tenaga kerja.

e. Waktu memasang

Adalah waktu yang diperlukan untuk memasang material dengan mengangkat, memutar dan menurunkan supaya tepat pada titik yang telah ditentukan.

f. Waktu kembali lagi

Adalah waktu yang diperlukan untuk kembali setelah melepaskan ikatan material ke tempat memuat material yang baru.

3.3.5 Hoist

Menurut www.ilmusipil.com *hoist* merupakan merupakan alat bantu pada pelaksanaan proyek gedung bertingkat yang digunakan sebagai transportasi vertikal atau lift material dan tenaga kerja. Kadang orang sering menyebut *passanger hoist* dengan sebutan “*Alimak*” padahal *Alimak* hanyalah salah satu merek dari *passenger hoist* atau *material hoist*. *Material Hoist* juga merupakan alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut pekerja proyek dan bahan/material kebutuhan lapangan, seperti bahan untuk pekerjaan MEP dan alat bantu (travo las, concrete vibrator, alat ukur, dan lain-lain). *Alimak* memakai sistem modular dan konstruksinya sederhana, sehingga sangat praktis bongkar pasang nya. Prinsip kerjanya memakai pinion dan rack.

Jenis – Jenis *Hoist*

Menurut di proyek *hoist* ada dua jenis nya yaitu :

1. *Passanger Hoist*

Menurut www.ilmusipil.com *pasangger Hoist* adalah alat yang fungsinya sama dengan pasangger lift yaitu untuk mengangkut orang ataupun barang yang kebanyakan dipakai di area luar gedung baik itu mining ataupun construction. Alat transportasi ini sangat digemari oleh para pekerja proyek dikarenakan alat inilah yang membantu para pekerja sampai ke lantai atas. *Passenger Hoist* banyak digunakan pada proyek bangunan bertingkat tinggi. Biasanya *passenger hoist* ini terdapat dua kabin hal ini dimaksudkan apabila terdapat kerusakan pada salah satu kabin sedang dalam maintance atau perbaikan secara berkala maka tidak akan terjadi terhambatnya suatu pekerjaan.

Passenger Hoist yang memiliki dua kabin ini memiliki kapasitas 1,3 ton atau bias mengangkut 18 orang dan memiliki operator didalam kabin untuk menggerakannya. *Passenger Hoist* akan terus mengikuti ketinggian gedung yang sedang dibangun sampai dengan lantai atap untuk itu agar posisi *passenger hoist* tetap stabil maka diperlukan sabuk pengaman pada *mast section*. Alat tersebut bisa dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Passenger Hoist 2 kabin
(Sumber : dwijayatek-adigemilang (2019))

2. *Materials Hoist*

Menurut www.alimak.com *Material Hoist* ini biasanya hanya digunakan untuk mengangkut barang saja atau material di proyek dikarenakan ukurannya yang kecil dengan kapasitas 800kg biasanya digunakan di proyek – proyek gedung yang relatif sedang, tetapi sistemnya sama dengan alimak yang lain yang mengangkut secara vertikal. Alat tersebut bias dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Material Hoist (Lift Barang)

(Sumber: alimak.com (2017))

3.3.6 Kapasitas Alat

Kapasitas *material hoist* tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah kapasitas material yang akan diangkut. Oleh karena itu berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut :

1. Untuk alimak 2 kabin passenger hoist memilwiki 90% dari kapasitas alat.
2. Untuk alimak 1 kabin lift barang memiliki 75% dari kapasitas alat.

Sedangkan faktor luar yang harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat adalah berikut ini :

1. Ayunan angin terhadap alat.
2. Ayunan beban pada saat dipindahkan.
3. Kecepatan pengangkutan material.
4. Pengereman mesin dalam pergerakannya.

3.3.7 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja alimak hanya dua saja terdiri dari :

1. Mekanisme angkat

Mekanisme yang digunakan untuk mengangkat beban.

2. Mekanisme turun

Mekanisme yang digunakan untuk menurunkan atau kembali ke tempat asal.

Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan disebut waktu siklus. Waktu siklus ini memberikan informasi yang digunakan sebagai dasar perhitungan produksi alat berat. Secara rinci waktu siklus tersebut terdiri dari :

a. Waktu menunggu (*delay time*)

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengaitkan/mengikat material ke kabin . Pada proses tersebut membutuhkan tenaga kerja sampai material siap diangkat. Pada saat ini *Material Hoist* berhenti bergerak menunggu material yang siap untuk diangkat.

b. Waktu mengangkat

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengangkat material pada ketinggian yang ditentukan.

c. Waktu menurunkan

Adalah waktu yang diperlukan untuk menumpah material atau melepaskan ikatan pada kait yang dibantu oleh tenaga kerja.

d. Waktu kembali lagi

Adalah waktu yang diperlukan untuk kembali setelah melepaskan atau memindahkan material kemudian kembali ke tempat memuat material yang baru.

3.3.8 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas perjam alat yang harus diperhitungkan dalam

perencanaan adalah produktivitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Menurut Rostiyanti (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas ada beberapa hal yaitu :

1. Jenis Material

a. Berat Material

Berat material adalah sifat fisik yang memiliki satuan berat sesuai dengan jenis material. Berat material sangat berpengaruh terhadap kemampuan operasi alat.

b. Bentuk Material

Bentuk material ada 3 macam yaitu, padat, cair dan padat cair. Bentuk material ini mempengaruhi saat pelaksanaan dilapangan supaya kondisi material tetap stabil, seperti pada saat memuat, mengangkat, dan memutar.

2. Keterampilan operator pemakai alat

Keterampilan operator ini akan mempengaruhi waktu siklus alat berat yang dapat diukur dari jumlah jam operator mengoperasikan alat mobile crane.

3. Pemilihan dan pemeliharaan alat,

Dalam pemilihan dan pemeliharaan alat ini perlu mempertimbangkan beberapa aspek terutama biaya. Pemilihan alat berat ini berkaitan dengan metode pelaksanaan nanti dilapangan, sedangkan pemeliharaan alat berkaitan dengan kondisi alat berat yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat.

4. Perencanaan pengaturan letak alat,

Kondisi perletakan *mobile crane* ini harus mempertimbangkan kondisi medan dilapangan. Seperti kondisi tanah, luas tanah, dan kondisi lain yang dapat dijadikan sebuah pertimbangan untuk perletakan *mobile crane*. Misal kondisi tanah yang berfungsi untuk pijakan *mobile crane*, kemudian luas tanah perlu diperhatikan untuk mengatur pergerakan *mobile crane* saat beroperasi. Kondisi medan yang buruk dapat mengurangi produktivitas alat berat tersebut.

5. Kondisi cuaca

Kondisi cuaca salah satu faktor yang tidak bisa diprediksi secara pasti. Maka dari itu harus ada safety faktor untuk mengatasinya. Misal ada angin dengan kecepatan 50 km/jam, maka harus diperhatikan berapa kecepatan angin yang bisa ditahan mobile crane sehingga masih dalam keadaan stabil.

6. Metode pelaksanaan alat.

Metode pelaksanaan ini yang memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas. Karena didalamnya mengatur masalah yang kompleks, seperti menentukan jumlah alat, jumlah tenaga kerja, alat pembantu manual, waktu pelaksanaan dan lainnya. Semua itu berkaitan dengan biaya dan waktu. Sehingga untuk mencapai produktivitas yang tinggi diperlukan metode pelaksanaan yang efisien dalam segi waktu dan hemat dalam segi biaya.

3.4 Metode Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Menurut Rostiyanti (2008), dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat adalah:

$$Produktivitas = \frac{Kapasitas}{CT} \quad (1)$$

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

$$Produktivitas = Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times Efisiensi \quad (2)$$

Keterangan:

Produktivitas = Q produksi alat per jam (ton/jam)

Kapasitas = q (ton)

CT = waktu siklus (menit)

Efisiensi = efisiensi kerja pada tabel 3.1

3.5 Efisiensi Kerja Alat Berat

Dalam merencanakan suatu proyek, produktivitas dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal yang kemudian dikalikan dengan suatu faktor, faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian, dan pemeliharaan alat. Dalam keadaan nyata efisiensi kerja memang sulit ditentukan, tetapi dengan berdasarkan banyaknya pengalaman dapat menentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Tabel 3.1 Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0,83	0,83	0,76	0,7	0,63
Baik	0,7	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Jelek	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut:

1. Faktor peralatan
 - a. Untuk peralatan yang masih baru = 1,00
 - b. Untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
 - c. Untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80
2. Faktor operator
 - a. Untuk operator kelas I = 1,00
 - b. Untuk operator kelas II = 0,80
 - c. Untuk operator kelas III = 0,70
3. Faktor material
 - a. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00

- b. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00
- 4. Faktor manajemen dan sifat manusia
 - a. Sempurna = 1,00
 - b. Baik = 0,92
 - c. Sedang = 0,82
 - d. Buruk = 0,75
- 5. Faktor cuaca
 - a. Baik = 1,00
 - b. Sedang = 0,80
- 6. Faktor kondisi lapangan
 - a. Berat = 0,70
 - b. Sedang = 0,80
 - c. Ringan = 1,00

3.6 Metode Perhitungan Produksi

Ada tiga faktor yang harus dilihat dalam menghitung produksi peralatan persatuan waktu, yaitu :

1. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi adalah kemampuan peralatan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu siklus lintasan operasi, dinyatakan dalam satuan volume tergantung dari jenis pekerjaan, cara penanganan material dan peralatan yang dipakai.

2. volume pekerjaan

volume pekerjaan adalah jumlah kapasitas pekerjaan yang harus diselesaikan dalam setiap pekerjaan.

3. Waktu siklus

Jumlah waktu dalam satu waktu yang dipakai pada operasi individual atau kombinasi dengan peralatan lain tiap satu siklus yang tergantung pada :

- a. Lintasan operasi
- b. Kecepatan pada berbagai gerakan
- c. Tinggi pengangkutan
- d. Kehilangan waktu untuk percepatan dan perlambatan

- e. Waktu menunggu
- f. Waktu yang dihabiskan untuk pindah posisi.

Data waktu siklus diambil diambil pada waktu pelaksanaan pekerjaan dimulai sampai dengan selesai dalam waktu efektif kerja. Mulai saat menunggu (memuat), mengangkat, memutar, menurunkan, memasang dan kembali ketempat memuat. Semua waktu dicatat dengan *stopwatch*.

3.7 Komponen Biaya Alat Berat

Biaya alat berat mempunyai beberapa komponen diantaranya, yaitu biaya kepemilikan alat dan biaya pengoperasian alat. Biaya tersebut ditanggung oleh penyedia jasa sesuai kebutuhan dan operasi alat berat.

3.8 Biaya Kepemilikan (*Owner Ship*) atau Biaya Pasti

Menurut Rostiyanti (2008) Biaya kepemilikan adalah jumlah biaya setiap jam selama umur ekonomis alat yang harus diterima kembali oleh pemilik alat karena telah mengeluarkan biaya untuk pembelian alat, angkutan, pajak, asuransi, dan juga bunga modal. Biaya kepemilikan alat ini 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 berproduksi lagi, hal ini tersebut sebagai depresiasi. Biaya kepemilikan alat berat terdiri dari beberapa faktor, yaitu :

1. Biaya investasi pembelian alat yang dipengaruhi oleh bunga modal, pajak dan asuransi.
2. Biaya penyusutan (depresiasi) atau penurunan nilai yang disebabkan bertambahnya umur alat.

3.9 Biaya Operasi Alat Berat

Biaya operasi alat berat merupakan biaya pengeluaran untuk keperluan pengoperasian alat, biaya tersebut terdiri dari :

1. 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. Biaya penyewa alat berat tersebut dihitung dalam biaya per jam. Biaya penyewaan alat bervariasi, tergantung dari jenis dan tipe alat yang akan disewa dan juga tergantung dari daerah mana alat itu disewa.

2. Bahan Bakar

Jumlah bahan bakar rata-rata menggunakan bensin 0,06 galon per horse-power per jam, sedangkan solar 0,04 galon per horse power per jam. Nilai yang didapat kemudian dikalikan dengan faktor pengoperasian.

3. Pelumas

Jumlah minyak pelumas yang digunakan oleh mesin berubah-ubah terhadap ukuran mesin. Kebutuhan pelumas tiap jamnya berbanding lurus dengan kekuatannya

4. Biaya Operator

Biaya operator meliputi upah serta biaya ekstra untuk asuransi bila ada. Biaya operator perjam dapat dihitung dengan pendekatan rumus (Sulistiono, 1996).

5. Biaya Perbaikan dan pemeliharaan

Biaya perbaikan ini merupakan biaya perbaikan dan perawatan alat sesuai dengan kondisi operasinya.

6. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

Biaya mobilisasi dan demobilisasi merupakan biaya yang dikeluarkan pada saat mendatangkan peralatan ke tempat tujuan dan mengembalikan ke tempat asal peralatan.

3.10 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.

1. Jam operasional normal

Lama waktu kerja pada setiap hari kerja (senin-sabtu) ditetapkan selama 7 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2. Jam operasional lembur

Waktu lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (8 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja perminggu (hari minggu).

Tabel 3.2 Faktor Waktu Kerja Efektif

Kondisi	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi Kerja
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 (1986)

3.11 Baja

Menurut Setiawan, A (2008), Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,21% hingga 2,1% berat sesuai *grade*-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*).

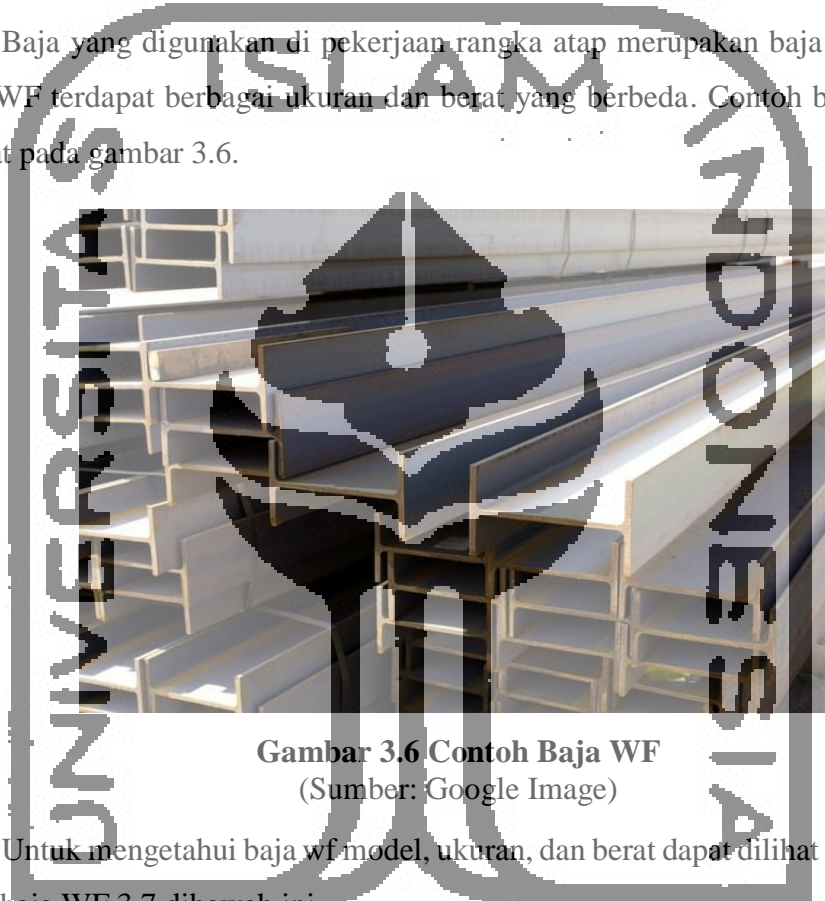
Baja merupakan suatu bahan konstruksi yang lazim digunakan dalam struktur bangunan sipil. Karena kekuatan yang tinggi dan ketahanan terhadap gaya luar yang besar maka baja ini juga telah menjadi bahan pilihan untuk konstruksi. Struktur baja bisa dibagi atas tiga kategori umum.

- a. Struktur rangka (*framed structure*), yang elemennya bisa terdiri dari batang

tarik, kolom, balok dan batang yang mengalami gabungan lenturan dan beban aksial.

- b. Struktur gantung (*suspension*), yang sistem pendukung utamanya mengalami tarikan aksial yang dominan.
- c. Struktur selaput (*sheel*), yang tegangan aksialnya dominan.

Baja yang digunakan di pekerjaan rangka atap merupakan baja WF dimana baja WF terdapat berbagai ukuran dan berat yang berbeda. Contoh baja WF bisa dilihat pada gambar 3.6.

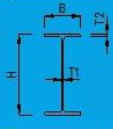


Gambar 3.6 Contoh Baja WF
(Sumber: Google Image)

Untuk mengetahui baja wf model, ukuran, dan berat dapat dilihat pada gambar tabel baja WF 3.7 dibawah ini.

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُوْلُهُ

TABEL BERAT BAJA WF-BEAM
TABLE OF WEIGH STEEL (WF-BEAM)



H	B	T1	T2	LENGTH	WEIGHT/Kg
100	50	5	7	12 M	112.00
125	60	6	8	12 M	158.40
148	100	6	9	12 M	253.20
150	75	5	7	12 M	168.00
175	90	5	8	12 M	217.20
198	99	4.5	7	12 M	218.40
200	100	3.2	4.5	12 M	143.00
200	100	5.5	8	12 M	256.00
248	124	5	8	12 M	308.40
250	125	6	9	12 M	355.20
298	149	6	8	12 M	384.00
300	150	6.5	9	12 M	440.40
346	174	6	9	12 M	497.00
350	175	7	11	12 M	595.20
396	199	7	11	12 M	679.50
400	200	8	13	12 M	792.00
446	199	8	12	12 M	794.40
450	200	9	14	12 M	912.00
496	199	9	14	12 M	954.00
500	200	10	16	12 M	1,075.00
588	300	12	20	12 M	1,812.00
596	199	9	14	12 M	1,135.00
600	200	11	17	12 M	1,272.00
700	300	13	24	12 M	2,220.00
800	300	14	26	12 M	2,520.00

KET: M = Meter

Gambar 3.7 Tabel Baja WF
(Sumber: Google Images)

3.12 Rangka Atap Baja

Penggunaan baja sebagai rangka kontruksi bangunan memang sudah banyak dimanfaatkan sebagai material utama struktur bangunan mengingat penggunaan kayu sudah lama ditinggalkan, kontruksi baja tampaknya menjadi alternatif rangka bangunan yang terbaik. Keuntungan memanfaatkan rangka baja untuk konstruksi bangunan adalah mudah dalam pemasangan, praktis, kuat, dan tahan lama. Selain itu, rangka baja tidak akan terpengaruh oleh perubahan cuaca yang ekstrim. Rangka baja juga tidak mudah karatan dan menjamur. Ditambah lagi, rangka baja tahan terhadap air, tahan api, anti rayap, tidak mudah keropos dan tidak mudah patah. Rangka baja tidak hanya dapat digunakan untuk konstruksi rumah, tetapi juga dapat diguankan untuk membangun berbagai konstruksi bangunan besar, seperti pabrik.

Rangka baja memiliki berbagai jenis dan ukuran, bisa menyesuaikan ukuran rangka dengan jenis konstruksi yang akan dibangun, seperti gudang, sekolah, dll.

Selain itu, harga rangka baja juga sangat terjangkau dan ongkos pemasangan pun tidak mahal. Rangka baja bisa dimanfaatkan untuk menjadi material utama untuk konstruksi atap lapangan futsal yang diharuskan memiliki konstruksi atap yang lebar tetapi kuat.

Menurut Setiawan, A (2008) Tujuan dari perencanaan struktur menurut Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002) adalah menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Suatu struktur disebut stabil jika tidak mudah terguling, miring, atau tergeser selama umur rencana bangunan. Risiko terhadap kegagalan struktur dan hilangnya kemampulayanan selama umur rencananya juga diminimalisir dalam batas-batas yang masih dapat diterima. Suatu struktur yang awet semestinya tidak memerlukan biaya perawatan yang terlalu berlebihan selama umur layannya. Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulan dibandingkan material yang lain. Beberapa keunggulan baja sebagai material konstruksi terutama konstruksi rangka atap antara lain:

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi.
2. Keseragaman dan keawetan yang tinggi.
3. Sifat elastis baja mempunyai perilaku yang cukup dekat dengan asumsi-asumsi yang digunakan untuk analisa.
4. Daktilitas baja cukup tinggi.
5. Kemudahan penyambungan antar elemen yang satu dengan lainnya menggunakan alat sambung atau las.