

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut Dipohusodo (1996:9) proyek diartikan sebagai upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Proyek bertujuan menghasilkan lingkup (*scope*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.

Proyek bersifat sementara dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas. Proyek juga tidak dikerjakan secara berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung (Soeharto, 1998:2). Suatu proyek pada umumnya tidak berdiri sendiri, melainkan merupakan bagian dari strategi pengembangan program luas yang mungkin harus didukung oleh beberapa proyek. Dalam melaksanakan suatu proyek biasanya suatu rangkaian mekanisme tugas atau kegiatan yang rumit mengandung berbagai permasalahan serta kesulitan tersendiri. Berbagai permasalahan akan memberikan dampak berupa terlambatnya penyelesaian, penyimpangan mutu hasil, terdapat sisa anggaran besar karena proyek tidak selesai, pembiayaan membengkak, kekacauan dalam upaya koordinasi, pemborosan sumber daya, persaingan tidak sehat antara para pelaksana, serta kegagalan untuk mencapai tujuan dan sasaran yang diinginkan.

2.2 Perencanaan

Dalam manajemen proyek terdapat sebuah tahapan yang dijadikan dasar tujuan atau sasaran utama dalam proyek. Tahapan yang disebut dengan perencanaan tersebut dilakukan untuk memenuhi persyaratan yang telah ditentukan pada kontrak termasuk batasan biaya, mutu, waktu dan terjaminnya faktor keselamatan (Husen. 2009:77). Perencanaan pada dasarnya adalah menjawab pertanyaan 5W + 1H, *what, when, where, who, why, how*, agar mendapatkan kondisi-kondisi yang diinginkan dalam periode tertentu.

Perencanaan merupakan hal penting yang dibutuhkan pada sebuah proyek dikarenakan salah satu lingkup dari perencanaan merupakan mengambil keputusan yang

akan menentukan langkah yang akan datang (Soeharto:1998:216). Keputusan yang harus diambil tersebut harus direncanakan dengan tepat sehingga hal-hal yang dibutuhkan dalam proyek seperti sumber daya, waktu serta berbagai komponen dapat terpenuhi serta aktifitas proyek dapat dimulai pada saat yang tepat (Austen and Neale, 1991).

Pada perencanaan terdapat data-data seperti upah tenaga kerja, harga material, perizinan dari pemerintah setempat dan peninjauan lapangan termasuk mengumpulkan data cuaca dan iklim setempat (Dipohusodo,1996). Menurut Soeharto (1995) selain data – data tersebut dalam perencanaan juga harus disertai dengan gambar detail, spesifikasi teknis yang digunakan untuk menjelaskan pekerjaan sebagai pedoman agar bawahannya dapat melaksanakan segala aktifitas sesuai kontrak.

2.3 Penjadwalan

Menurut Husen (2009:131) penjadwalan merupakan pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek sehingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Menurut Dipohusodo (1996:52) penjadwalan merupakan alat yang dapat menunjukkan kapan berlangsungnya setiap kegiatan, sehingga dapat digunakan pada waktu merencanakan kegiatan maupun untuk mengendalikan pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

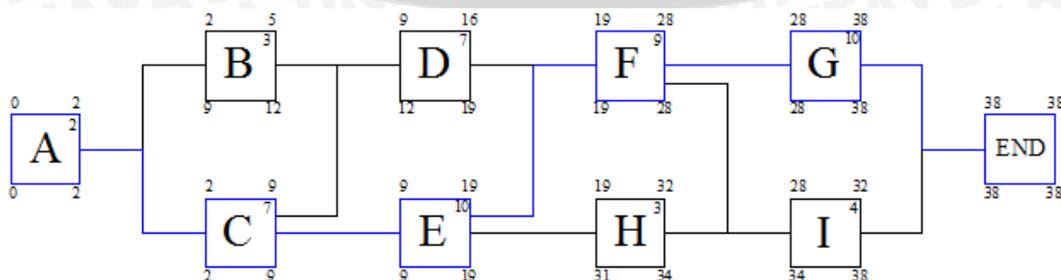
Penjadwalan juga memiliki fungsi untuk mengurutkan kegiatan, mengembangkan struktur penjabaran kerja, menaksir waktu yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan, kemudian menentukan urutan tugas dalam melaksanakan pekerjaan serta menunjukkan orang untuk melakukan tugas. Untuk mengurutkan kegiatan serta menjelaskan secara grafis mengenai pelaksanaan pekerjaan proyek, terdapat beberapa metode penjadwalan yang sering digunakan yaitu diagram balok, diagram garis, diagram panah, diagram precedence dan diagram skala waktu. (Nugraha, 1986:26).

Di dalam penjadwalan dengan diagram panah atau yang sering disebut dengan jaringan kerja terdapat sebuah metode yang berkaitan dengan keterlambatan proyek

karena jika terjadi keterlambatan maka akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Metode tersebut dikenal sebagai metode CPM. Menurut Soeharto (1999:254) dalam metode CPM dikenal adanya jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu lama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Jalur kritis tersebut terdiri dari rangkaian kegiatan kritis dimulai dari kegiatan pertama hingga kegiatan terakhir proyek.

Metode CPM dapat memperlihatkan hubungan timbal balik antara waktu penyelesaian dan pembiayaan proyek. Pada metode ini juga memperlihatkan adanya saling ketergantungan antara penambahan sumber daya seperti tenaga, alat atau fasilitas untuk memperpendek rentang waktu kegiatan dengan bertambahnya pembiayaan sebagai akibatnya. (Dipohusodo, 1996:53). Metode ini juga dapat digunakan untuk menganalisis mengenai jadwal yang ekonomis bagi suatu proyek yang didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponennya. (Soeharto, 1999: 293).

Menurut Soeharto (1999:254) dalam CPM terdapat beberapa istilah dan rumus-rumus yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur kritis seperti *Earliest Time of Occurance* (TE) yaitu waktu paling awal sebuah kegiatan terjadi, kemudian *Latest Allowable Event* (TL) yaitu waktu paling akhir suatu peristiwa dapat terjadi, *Earliest Start Time* (ES) yaitu waktu mulai paling awal suatu kegiatan, *Earliest Finish Time* (EF) yaitu waktu selesai paling awal suatu kegiatan, *Latest Allowable Start Time* yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai, *Latest Allowable Finish Time* (LF) yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh selesai, *Duration* (D) yaitu kurun waktu suatu kegiatan terjadi dan *Total Float* yaitu jumlah waktu yang diperkenankan untuk suatu kegiatan dapat ditunda tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Total float dihitung dengan rumus $TF = LF - EF = LS - ES$. Pada gambar 2.1 berikut terdapat contoh metode CPM yang diterapkan pada *diagram precedence*.



(source: <http://saifoe.freeforums.org/>)

Gambar 2.1 Contoh CPM

Pada gambar 2.1 garis biru pada jaringan merupakan aktifitas kritis yang terjadi pada proyek. Aktifitas kritis pada contoh diatas merupakan aktifitas yang memiliki *Slack* atau waktu penundaan sama dengan nol.

2.4 Keterlambatan

Waktu pelaksanaan dalam proyek tidak dapat dimanfaatkan sesuai dengan rencana sehingga beberapa kegiatan menjadi tertunda dan tidak dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan maka proyek tersebut mengalami keterlambatan. (Ervianto,2004).

Menurut standar dokumen kontrak AIA terdapat tiga kategori keterlambatan waktu pelaksanaan proyek yaitu

a. *Compensable Delay*

pada compensable delay kasus keterlambatan disebabkan oleh pemilik serta dapat di kompensasi. Keterlambatan ini dikarenakan pemilik tidak dapat menyediakan transportasi ke proyek, melakukan perubahan gambar rencana, keterlambatan menyetujui gambar, kurangnya koordinasi.

b. *Non-Excusable Delay* (keterlambatan yang tidak dapat dimaafkan);

Keterlambatan ini biasanya disebabkan karena kegagalan kontraktor memenuhi tanggung jawabnya dalam proyek. Sebagai contoh kekurangan dalam menyediakan sumber daya, kemudian kegagalan koordinasi, kegagalan perencanaan, produktivitas yang rendah. Pada kasus ini kontraktor akan dikenai denda sesuai dengan kontrak.

c. *Excusable Delay*

Keterlambatan pada jenis ini merupakan keterlambatan yang beralasan hanya saja tidak dapat dikompensasi. Keterlambatan ini biasanya terjadi dikarenakan faktor cuaca atau lingkungan seperti cuaca buruk, banjir, kebakaran, wabah penyakit dan lain sebagainya.

Keterlambatan sebuah aktifitas dapat menyebabkan gangguan kelancaran pelaksanaan jadwal pada proyek karena total durasi yang telah direncanakan akan bergeser dan membuat durasi pekerjaan pada proyek tersebut semakin bertambah. Hal lain yang dapat terjadi karena keterlambatan adalah citra dari kontraktor yang telah membuat kontrak dengan pemilik kontrak akan menjadi menurun (Alifen, et al:1999).

2.5 Antisipasi Keterlambatan Proyek

Dalam sebuah proyek diperlukan sebuah penanganan yang baik ketika terjadi masalah keterlambatan. Beberapa cara penanganan menurut Nugraha dkk (1986:97) adalah dengan percepatan atau dengan mengubah. Maksud dari percepatan adalah agar pekerjaan-pekerjaan yang belum terselesaikan dapat diselesaikan agar hasil akhir dari proyek dapat memenuhi deadline atau kontrak yang telah ditentukan. Dalam percepatan tersebut kita dapat meningkatkan kapasitas sumber daya atau menambah prestasi tambahan seperti bekerja lembur (Nugraha dkk, 1986:97).

Beberapa analisis percepatan yang dapat dilakukan dalam mengantisipasi keterlambatan proyek adalah dengan melakukan analisis *What If* dan *Time Cost Trade Off*. Kedua analisis tersebut menggunakan jalur kritis (*Critical Path Methode*) sebagai patokan mempercepat proyek. Dalam penelitian ini analisis *What If* digunakan sebagai metode percepatan karena pada analisis *Time Cost Trade Off* walaupun dapat mempercepat suatu proyek namun analisa tersebut sudah jarang digunakan serta dianggap tidak relevan karena pada analisisnya walaupun dapat memperringkas durasi aktifitas namun juga mengupayakan penambahan segi biaya yang seminimal mungkin.

2.5.1 Analisis *What If*

Untuk mengetahui percepatan durasi yang dibutuhkan serta jumlah penambahan sumber daya yang dibutuhkan kita dapat menggunakan analisis *What If*. Menurut Kellern Et al (1999) Analisis *What If* merupakan simulasi data yang dilakukan untuk memeriksa perilaku sistem yang kompleks terhadap suatu hipotesa yang diberikan.

Analisis *What If* juga dapat digunakan untuk menstimulasikan keterlambatan pada model CPM atau jalur kritis. Dalam penggunaan *What if* pada model CPM, apabila terjadi keterlambatan pada pekerjaan yang terkena jalur kritis, maka *successor* atau pekerjaan selanjutnya yang terkena jalur kritis tersebut harus diberi percepatan agar

total durasi pekerjaan tetap sesuai pada rencana awal. Hasil analisa pada pengujian *What If* menunjukkan pengaruh terhadap hasil akhir dari jadwal. Analisis *What If* sering dilakukan untuk proses pengambilan keputusan karena analisis *What If* akan mempertimbangkan adanya kemungkinan-kemungkinan yang akan menyebabkan ketidaksesuaian dengan apa yang telah direncanakan. Namun walaupun begitu pada analisis *What If* terdapat beberapa kekurangan seperti cenderung melewatkan masalah yang besar, kemudian sulit melakukan audit untuk ketelitian, kemudian hanya memberi kualitatif informasi. (Anonim, 2008).

Menurut Anonim (2008) untuk menggunakan analisis *What If* berikut merupakan kerangka kerja yang harus dilakukan

a. Menentukan aktifitas.

Menentukan aktifitas dilakukan untuk mengetahui dengan jelas mengenai batasan apa saja yang berkaitan dengan penelitian sehingga hasilnya akan sesuai dengan yang diinginkan.

b. Mendefinisikan masalah

Mendefinisikan masalah dimaksudkan untuk memperjelas masalah apa yang akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian. Selain itu mendefinisikan masalah juga berfungsi agar kita dapat mengetahui solusi yang efisien dalam menyelesaikan masalah tersebut.

c. Membagi masalah menjadi bagian yang lebih khusus

Membagi masalah menjadi bagian lebih kecil akan mempermudah untuk menganalisis aktifitas apa saja yang terjadi masalah.

d. Membuat pertanyaan yang berbentuk *What If* untuk setiap aktivitas

e. Menjawab pertanyaan yang sudah dibuat

Selain membagi masalah menjadi bagian lebih kecil, membuat pertanyaan dalam bentuk *What If* tersebut dapat membantu untuk mengetahui masalah apa yang tampaknya tidak perlu dalam penelitian.

f. Elemen aktifitas dibagi menjadi lebih kecil (bila diperlukan)

g. Menggunakan hasil pertanyaan untuk membuat keputusan

Hasil pertanyaan (e) akan diterapkan dalam penelitian. Hasil yang digunakan merupakan aktifitas yang memiliki resiko kegagalan paling besar sebagai kesempatan untuk dilakukannya perbaikan.

2.6 Jenis Alat Berat yang Digunakan

2.6.1 Excavator

Excavator merupakan penggerak utama yang memiliki fungsi utama sebagai penggali. Menurut Rochmanhadi (1982:62) untuk menghitung produktifitas *Excavator* ada beberapa faktor yang diketahui seperti faktor keadaan pekerjaan, faktor keadaan mesin, dan pengaruh dalamnya pemotongan serta sudut *swing*. Dalam menggunakan *Excavator*, kapasitas produksi dari *Excavator* dapat di ketahui. Menurut Analisa Harga Satuan Pekerjaan (Anonim, 2012:32) kapasitas produksi *Excavator* dapat dihitung dengan rumus

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \quad \text{m}^3 \quad (2-1)$$

Keterangan

- Q : Kapasitas Produksi
- V : Kapasitas *Bucket* (m³)
- F_b : Faktor *Bucket*
- F_a : Faktor efisiensi alat
- F_v : Faktor Konversi
- T_s : Waktu Siklus (menit)

Faktor *Bucket* merupakan faktor yang ditinjau dari keadaan operasi serta kondisi lapangan. Faktor *Bucket* dapat dilihat dalam tabel 1

Tabel 2.1 Faktor *Bucket* (*Bucket fill factor*) (F_b)

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Lapangan	Faktor <i>Bucket</i> (F _b)
Mudah	Tanah biasa, Lempung, Tanah Lempu	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0-1,1
Agak Sulit	Tanah biasa berbatu	1,0-0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9-0,8

(sumber: *Specification and application hand book*. Contoh-Contoh perhitungan kapasitas produksi, 2005. *Komatsu edition* 26.)

Faktor konversi alat merupakan kondisi yang digunakan untuk mengoptimalkan waktu *Bucket* agar dapat mencapai titik tertinggi tanpa memberikan beban tambahan kepada mesin setelah pada saat pengerjaan. Faktor konversi alat atau yang sering disebut faktor koreksi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2.2 Faktor Konversi Galian (Fv) untuk alat *Excavator*

Kondisi Galian (kedalaman galian/kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
<40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40-75)%	0,8	1	1,3	1,6
>75%	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber: *Specification and application hand book*. Contoh-Contoh perhitungan kapasitas produksi, 2005. *Komatsu edition 26*.)

Faktor Efisiensi kerja alat dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 2.3 Faktor Efisiensi alat

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

(sumber: *Specification and application hand book*. Contoh-Contoh perhitungan kapasitas produksi, 2005. *Komatsu edition 26*.)

Waktu siklus alat pengangkutan *Excavator* ditentukan dengan melakukan penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk setiap komponen yang mempengaruhi waktu siklus, antar lain:

1. Menaikkan muatan-pada *Excavator/ loader*
2. Pengangkutan – dari *loader* menuju tempat penurunan muatan
3. *Dump* – menurunkan muatan di lokasi, termasuk melakukan manuver
4. Kembali – perjalanan kembali ke *loader*
5. Spot – berhenti pada posisi mengisi terhadap *loader*.

Jumlah keseluruhan waktu siklus angkutan diperhitungkan ketika jumlah waktu total dan variabel waktu siklus untuk scraper. Jumlah waktu pasti adalah menaikkan, menurunkan dan waktu berhenti untuk diisi. Komponen waktu perjalanan ditambahkan bersama dan dihubungkan sebagai waktu variabel.

Waktu menaikkan muatan

Waktu yang dibutuhkan untuk memuat pada satu unit alat pengangkutan diperhitungkan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Load time} = \frac{\text{kapasitas truck}}{\text{produksi loader} \times 100\% \text{ efisiensi}} \quad (2-2)$$

atau

$$\text{Load time} = \text{jumlah Bucket} \times \text{waktu siklus Excavator}$$

Pada persamaan 2-2 rata-rata pengangkutan digunakan 100% pada efisiensi loader karena satu unit loader beroperasi mendekati 100 % efisiensi ketika sibuk sesungguhnya pada saat melakukan permuatan.

Waktu Tempuh

Untuk menghitung waktu tempuh isi digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Waktu tempuh isi} = \frac{\text{jarak tempuh (km)}}{\text{kecepatan kendaraan km/jam}} \quad (2-3)$$

Perhitungan jumlah alat pengangkutan yang dibutuhkan

Metode rasional menghitung jumlah alat pengangkutan yang dibutuhkan untuk melayani Excavator/ loader melibatkan jumlah alat pengangkutan yang mencukupi maka secara teoritikal selalu ada alat pengangkutan yang dapat melakukan proses pengangkutan. Dalam metode biasa jumlah alat pengangkutan yang dibutuhkan untuk melayani sebuah loader ditunjukkan dalam persamaan:

$$\text{Jumlah alat yang dibutuhkan (N)} = \frac{\text{jumlah waktu siklus alat pengangkutan}}{\text{waktu mengangkut}} \quad (2-4)$$

Pada umumnya, hasilnya harus berkisar atau mendekati sepenuhnya yang pada akhirnya diketahui jumlah *Truck* yang dibutuhkan untuk melayani *loader*. Sistem produksi pemuatan dan pengangkutan menggunakan prosedur ini yang diasumsikan sama sebagai produksi normal terhadap produksi *loader*. Bagaimanapun juga jumlah alat pengangkutan tergantung pada perhitungan waktu 100% efisiensi *loader*.



Gambar 2.2 Excavator

2.6.2 Dump Truck

Untuk pekerjaan konstruksi yang berhubungan dengan pengangkutan alat berat, *Dump Truck* merupakan alat berat yang sering digunakan. *Dump Truck* memiliki banyak jenis, namun yang dikenal adalah *side Dump Truck* (penumpahan ke samping), *rear Dump Truck* (penumpahan ke belakang), *rear and side Dump Truck* (penumpahan ke belakang dan ke samping) (Rochmanhadi, 1982:99).



Gambar 2.3 Dump Truck

Untuk mengetahui produktivitas *Dump Truck* Menurut Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum (Anonim, 2012: 31) dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \quad \text{m}^3 \quad (2-5)$$

Keterangan:

- Q : Kapasitas Produksi *Dump Truck* (m³/jam)
 V : Kapasitas Bak (Ton)
 Fa : Faktor Efisiensi Alat (dapat dilihat pada tabel 4)
 Fk : Faktor pengembangan bahan
 D : Berat isi material (ton/m³)
 Ts : Waktu siklus (menit)
 60 : Perkalian 1 jam ke menit

Tabel 2.4 Faktor Efisiensi alat *Dump Truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang Baik	0,75
Buruk	0,7

Waktu siklus tersebut merupakan kegiatan yang dilakukan berulang untuk memindahkan material, menggali, memuat, membongkar dan kembali kegiatan awal.

Untuk menghitung waktu siklus dapat digunakan rumus:

$$TS = LT + HT + RT + DT + ST \quad (\text{menit}) \quad (2-6)$$

Keterangan

LT : Waktu Muat

$$LT = \frac{V \times 60}{D \times Q_{EXC}} \quad (\text{menit})$$

Dimana:

Q_{EXC} : Kapasitas Produksi *Excavator* m³/Jam

HT : Waktu Angkut

$$HT = \frac{L}{V_1} \times 60 \text{ (menit)}$$

dimana

L : Jarak tempuh

V_1 : Kecepatan Rata-Rata bermuatan
(km/jam)

RT : Waktu Kosong/ Kembali

$$RT = \frac{L}{V_2} \times 60 \text{ (menit)}$$

Dimana

V_2 : Kecepatan Rata-Rata Kosong km/jam

2.6.3 Wheel Loader

Loader merupakan alat yang digunakan untuk memuat material kepada *Dump Truck* serta membongkar muatan.

Waktu siklus

Pada *Wheel Loader* terdapat beberapa komponen waktu siklus yaitu

1. Fixed Time (Z)

Fixed time dibagi menjadi tiga bagian yaitu *Raise time* (waktu yang digunakan untuk mengangkat *Bucket* dari bawah ke suatu ketinggian yang diinginkan), *Lower time*, (waktu yang diperlukan untuk menurunkan *Bucket* yang telah kosong), *Dump time* (waktu yang digunakan untuk membongkar muatan). Dalam perhitungan *Fixed time* terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi seperti material dan penimbunan. (Rochmanhadi, 1982:85)

2. Variable time

Waktu yang digunakan untuk mengangkut dan mengatur posisi *loader* seperti kecepatan maju (F) dan kecepatan mundur (R)

Rumus waktu siklus pada *Wheel Loader* adalah

$$TS = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (2-7)$$

Di mana D adalah jarak angkut.

Rumus menghitung kapasitas produksi *Wheel Loader* menurut Analisa Harga Satuan Pekerjaan (Anonim, 2012:35) yaitu

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts} \quad (2-8)$$

Keterangan

- V : Kapasitas *Bucket* (m^3)
- Fb : Faktor *Bucket* (dapat dilihat pada tabel 5)
- Fa : Faktor Efisiensi alat (dapat dilihat pada tabel 4)
- Ts : Waktu Siklus (menit)

Tabel 2.5 Faktor *Bucket* (*Bucket fill factor*) (Fb)

Kondisi Penumpahan	<i>Wheel Loader</i>
Mudah	1,0-1,1
Sedang	0,85-0,95
Agak Sulit	0,8-0,85
Sulit	0,75-0,8

(sumber: *Specification and application hand book*. Contoh-Contoh perhitungan kapasitas produksi, 2005. *Komatsu edition* 26.)



Gambar 2.4 Wheel Loader

2.6.4 Motor Grader

Motor Grader memiliki fungsi untuk meratakan dan mengupas tanah, membentuk lereng serta membentuk kemiringan tanah. Perhitungan kapasitas produksi *Motor Grader* dibagi dua yaitu untuk pekerjaan perataan hamparan, pekerjaan perataan hamparan padat dan Pekerjaan Pengupasan (*grading*)



Gambar 2-5 Motor Grader

Untuk menghitung Kapasitas Produksi pekerjaan perataan hamparan, menurut Analisis Harga Satuan Pekerjaan maka rumus yang dapat digunakan

$$Q = \frac{L_h \times \{n(b - b_0) + b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \quad (2-10)$$

Keterangan:

Q : Kapasitas Produksi/jam (m²)

Lh : Panjang Hamparan

- Bo : Lebar *Overlap*
- Fa : Faktor Efisiensi Kerja (dapat dilihat di tabel 6)
- n : Jumlah Lintasan
- N : Jumlah pengupasan tiap lintasan
- V : Kecepatan rata-rata
- b : Lebar Pisau Efektif
- Ts : Waktu Siklus

Waktu Siklus *Motor Grader* menurut analisis harga satuan pekerjaan (Anonim, 2012: 34) dapat dihitung dengan rumus

$$T_s = \sum_{n=1}^n T_n \tag{2-11}$$

Keterangan

T₁ : Waktu satu kali Lintasan (menit)

$$T_1 = \frac{Lh \times 60}{v \times 100}$$

T₂ : Waktu lain-lain (menit)

Tabel 2.6 Faktor efisiensi kerja alat (Fa) *Motor Grader*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan Jalan, Perataan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran, Grading	0,6
Penggalian (Trenching)	0,5

Untuk menghitung kapasitas pekerjaan peratan hamparan padat, menurut Analisis Harga Satuan Pekerjaan dapat dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{Lh \times \{n (b - b_0) + b_0\} \times Fa \times 60 \times t}{N \times n \times Ts \times Fk} \tag{2-12}$$



Keterangan:

Fk : Faktor pengembangan bahan

t : Tebal hamparan padat

Untuk perhitungan kapasitas produksi pengupasan, cara menghitungnya sama seperti rumus 2-10 di atas.

2.6.5 Lain-Lain

Dalam hal ini alat berat yang digunakan selain yang telah disebutkan diatas adalah *Concrete Mixer*, *Water Tank Trunk*, *Vibrator Roller*, *Jack Hammer* dan *Air Compressor*, dan *Asphalt Distributor*.

a. Concrete Mixer

Menurut Analisis Harga Satuan pekerjaan, (Anonim, 2012:31) kapasitas produksi *concrete mixer* dapat di tulis sebagai berikut.

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \quad (2-13)$$

Keterangan:

V : Kapasitas tangki pencampur (liter)

Fa : Faktor efisiensi alat

Ts : Waktu siklus (menit)

$$Ts = \sum_{n=1}^n T_n$$

Dimana

T1 : Waktu mengisi

T2 : Waktu mencampur

T3 : Waktu menumpahkan

T4 : Waktu menunggu

b. Water Tank Truck

Menurut Analisis Harga Satuan pekerjaan, (Anonim, 2012:39) kapasitas produksi *Water Tank Truck* dapat di tulis sebagai berikut.

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000} \quad (2-14)$$

Keterangan:

Pa : Kapasitas pompa air Liter/menit

Fa : Faktor efisiensi alat

Wc : Kebutuhan air/m³

c. *Vibrator Roller*

Menurut Analisis Harga Satuan pekerjaan, (Anonim, 2012:37) kapasitas produksi *Vibrator Roller* dapat di tulis sebagai berikut.

$$Q = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (2-15)$$

Keterangan:

be : Lebar efektif pemadatan = b-bo (overlap) m

b : Lebar efektif pemadatan m

bo : Lebar overlap m

t : Tebal pemadatan

v : Kecepatan rata-rata alat Km/jam

n : Jumlah lintasan Lintasan

Fa : Faktor efisiensi alat

d. *Jack Hammer* dan *Air Compressor*

Menurut Analisis Harga Satuan pekerjaan, (Anonim, 2012:30) rumus kapasitas produksi *Air Compressor* dapat di tulis sebagai berikut.

$$Q = \frac{1 \times fa \times 60}{5} \quad (2-17)$$

Keterangan:

Fa : Faktor efisiensi alat

- 1 : Asumsi lias 1 m² diperlukan pemecahan selama 5 menit
- 5 : Asumsi kapasitas produksi pemecahan/m³

Untuk kapasitas produksi *jack hammer*

$$Q = \frac{V \times 60}{Fa} \quad (2-18)$$

Keterangan

V: kapasitas konsumsi udara *jack hammer*

e. *Asphalt Distributor*

Menurut Analisis Harga Satuan pekerjaan, (Anonim, 2012:30) rumus kapasitas produksi *Asphalt* dapat di tulis sebagai berikut:

$$Q = Pa \times Fa \times 60 \text{ liter} \quad (2-19)$$

Dimana:

Pa : Kapasitas pompa aspal

Fa : Faktor efisiensi Kerja

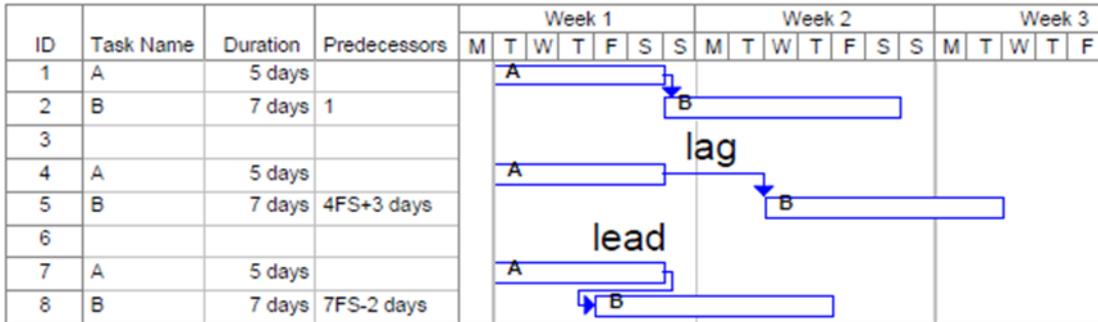
2.7 *Microsoft Project*

Salah satu aplikasi yang sering digunakan untuk mengelola proyek konstruksi adalah *Microsoft Project*. *Microsoft* juga digunakan untuk mengatur penjadwalan, mengelola rencana pekerjaan dan waktu pekerjaan, sehingga sebuah proyek dapat di pantau serta di evaluasi sesuai dengan tahapannya.

Dalam *microsoft project*, hal yang harus dapat dilakukan adalah mengatur hubungan antar pekerjaan. Mengatur hubungan antar pekerjaan ini sangat berpengaruh terhadap proses jalannya proyek, dan hubungan antar pekerjaan ini dalam *Microsoft Project* disebut dengan *Predecessor* (Anonim, 2011:49). Dalam *Microsoft Project* hubungan antar pekerjaan dibagi atas beberapa macam yaitu *Finish to Start*, *Start to Start*, *Finish to Finish* dan *Start to Finish* (Anonim, 2011:50).

a. *Finish to Start (FS)*

Hubungan antar pekerjaan ini dimaksudkan bahwa suatu pekerjaan tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan lainnya selesai (Anonim, 2011:50). Pada gambar 2.10 berikut terdapat gambar hubungan antar pekerjaan *Finish to Start*

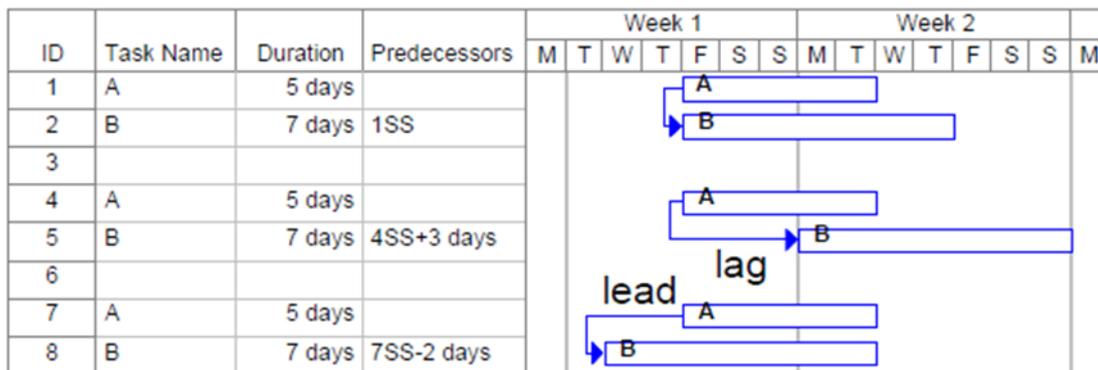


(source: <http://saifoe.freeforums.org/>)

Gambar 2.6 *Finish to Start*

b. *Start to Start*

Start to Start merupakan suatu hubungan ketergantungan di mana suatu pekerjaan tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan lain dimulai (Anonim, 2011:51). Contoh hubungan antar pekerjaan *Start to Start* terdapat pada gambar 2.11



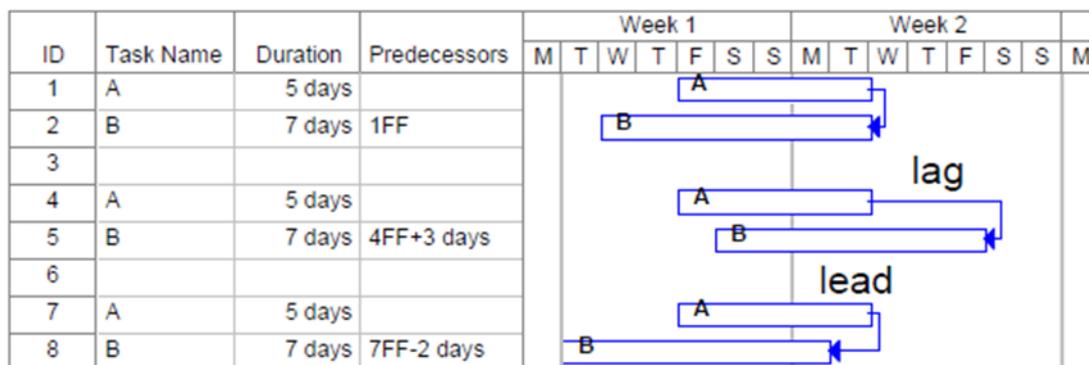
(source: <http://saifoe.freeforums.org/>)

Gambar 2.7 *Start to Start*

c. *Finish to Finish*



Finish to Finish merupakan pekerjaan tersebut hanya bisa diakhiri atau diselesaikan saat pekerjaan lain berakhir (Anonim, 2011:51). Contoh hubungan antar pekerjaan *Finish to Finish* terdapat pada gambar 2.12

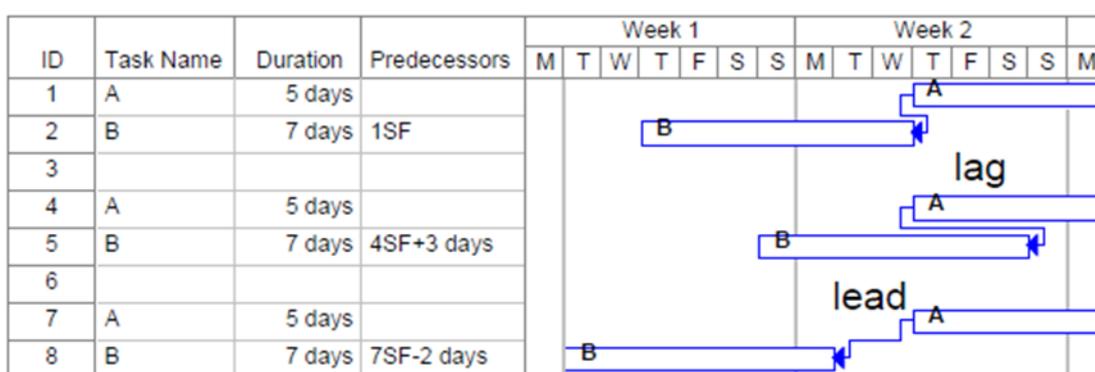


(source: <http://saifoe.freeforums.org>)

Gambar 2.8 *Finish to Finish*

d. *Start to Finish*

Start to Finish disini berarti bahwa suatu pekerjaan tidak dapat diselesaikan sebelum pekerjaan lain dimulai. Contoh hubungan antar pekerjaan *Start to Finish* terdapat pada gambar 2.13



(source: <http://saifoe.freeforums.org>)

Gambar 2.9 *Start to Finish*