

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Manajemen Proyek

Manajemen proyek konstruksi adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumberdaya untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto,1997). Menurut Soeharto (1997), adapun tujuan dari proses manajemen proyek adalah sebagai berikut :

- a. Agar semua rangkaian kegiatan tersebut tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek.
- b. Biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan lagi di luar dari perencanaan biaya yang telah direncanakan.
- c. Kualitas sesuai dengan persyaratan.
- d. Proses kegiatan sesuai persyaratan.

B. Network Planning

Network planning adalah gambaran kejadian-kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terjadi dan dibuat secara kronologis serta dengan kaitan yang logis dan berhubungan antara sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya. Dengan adanya *network*, manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien. Semua aktivitas tersebut diusahakan untuk dapat selesai dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan serta terintegrasi dengan aktivitas yang lainnya.

C. Biaya Total Proyek

Secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, yang meliputi :
 - a. Biaya bahan / material
 - b. Biaya upah kerja

- c. Biaya alat
 - d. Biaya subkontraktor dan lain-lain.
2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi diluar proyek dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Walaupun sifatnya tetap, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggarannya, yang meliputi:
- a. Gaji staf / pegawai tetap tim manajemen
 - b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas)
 - c. Fasilitas sementara dilokasi proyek
 - d. Peralatan konstruksi
 - e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan
 - f. *Overhead*
 - g. Biaya tak terduga
 - h. Laba.

Jadi biaya total proyek adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi komulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkendali.

Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada Proyek Konstruksi oleh Soemardi dan Kusumawardani (2010). Berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$y = -0,95 - 4,888 (\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \varepsilon$$

dengan :

- x1 = nilai total proyek,
- x2 = durasi proyek,
- ε = *random error*,
- y = prosentase biaya tak langsung.

D. Metode *Project Evaluation and Review Technic (PERT)*

Project Evaluation and Review Technic (PERT) adalah alat manajemen proyek yang digunakan untuk menjadwalkan, mengatur, dan mengkoordinasikan tugas-tugas dalam suatu proyek. Ini pada dasarnya adalah metode untuk menganalisis tugas yang terlibat dalam menyelesaikan proyek tertentu, terutama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap tugas, dan untuk mengidentifikasi waktu minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan total proyek (Gosku,2014).

Menurut Ayu (Ridho, 2013) Pada dasarnya prinsip jaringan kerja dan jalur kritis pada metode PERT dan CPM hampir sama yang membedakannya adalah dalam metode PERT, diketahui tiga angka estimasi setiap kegiatan. Tujuan dari penggunaan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang waktu yang paling lebar dalam melakukan sasaran dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan.

Ketiga estimasi durasi tersebut adalah:

1. waktu optimistik (*optimistic duration time*)

Kurun waktu optimistik adalah durasi yang tercepat untuk menyelesaikan suatu kegiatan jika segala sesuatunya berjalan dengan baik. Durasi yang digunakan hanya sekali dalam seratus kali kegiatan yang dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama ,

2. waktu paling mungkin (*most likely time*)

waktu paling mungkin adalah durasi yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama,

3. waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

waktu pesimistik adalah durasi yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, bila segala sesuatunya serba tidak baik. Durasi disini dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.

waktu yang diharapkan = (Optimis + 4 x Kemungkinan besar + Pesimis) / 6

Menurut Gosku (2014) waktu yang diharapkan ini dapat ditampilkan pada diagram jaringan. Untuk menghitung varian dari setiap kegiatan waktu penyelesaian, jika tiga kali standar deviasi yang dipilih dari waktu optimis dan pesimis, maka ada enam standar deviasi antara keduanya, sehingga varian diberikan oleh: $[(\text{Pesimis} - \text{Optimis}) / 6]$.

Varian dalam waktu penyelesaian proyek dapat dihitung dengan menjumlahkan varian dalam waktu penyelesaian kegiatan di jalur kritis. Mengingat varian ini, seseorang dapat menghitung probabilitas bahwa proyek akan selesai pada tanggal tertentu dengan asumsi distribusi probabilitas normal untuk jalur kritis (Gosku, 2014).

E. Metode Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain :

- a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).

Kerja lembur (*working time*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

b. Penambahan tenaga kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

c. Pergantian atau penambahan peralatan

Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek dapat dipercepat dengan pergantian peralatan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.

d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

e. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksana terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan.

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

F. Produktivitas Pekerja

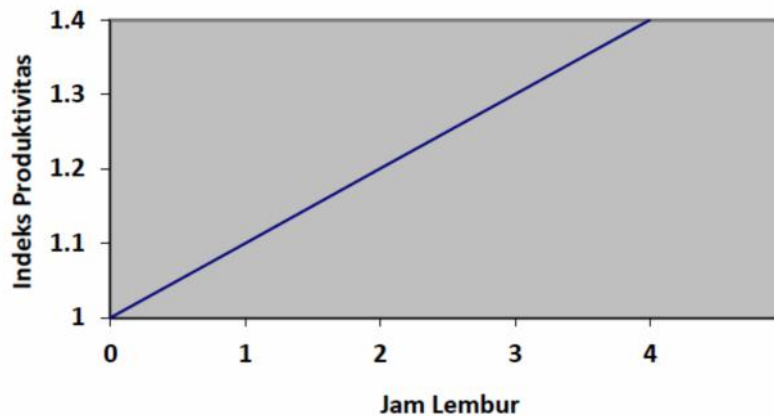
Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Didalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi; yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

G. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Penambahan dari jam kerja (lembur) ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada dilapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya waktu kerja normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai.

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan

yang diinginkan. Penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Semakin besar penambahan jam lembur, maka nilai indeks produktivitas akan semakin bertambah dan prestasi kerja semakin menurun. Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997)

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{Jam Kerja Perhari}} \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (c \times d) + (a \times b \times d) \dots\dots\dots (3.3)$$

Dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)

c = jam kerja perhari

d = produktivitas tiap jam

Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koefisien Penurunan Produktivitas *Crash Duration*

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

4. *Crash duration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash}} \dots\dots\dots (3.4)$$

H. Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja. Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

1. Jumlah tenaga kerja normal

$$= (\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}) \text{Durasi normal} \dots\dots\dots (3.5)$$

2. Jumlah tenaga kerja dipercepat

$$= (\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume}) \text{Durasi dipercepat} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dari rumus di atas maka akan diketahui jumlah pekerja normal dan jumlah penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek.

I. Analisis Produktivitas Alat

Produktivitas dapat diartikan sebagai perbandingan antara output (hasil produksi) terhadap input (komponen produksi: tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu). Jadi dalam analisis produktivitas dapat dinyatakan sebagai rasio antara output terhadap input dan waktu (jam atau hari). Bila input dan waktu kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi. Faktor yang mempengaruhi analisis produktivitas antara lain waktu siklus, faktor kembang susut atau faktor pengembangan bahan, faktor alat, dan faktor kehilangan.

1. Waktu Siklus

Dalam operasi penggunaan alat dikenal pula waktu siklus, yaitu waktu yang diperlukan alat untuk beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang. Waktu siklus ini akan berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan koefisien alat. Waktu siklus produksi adalah rangkaian aktivitas suatu pekerjaan dan operasi pemrosesan sampai mencapai suatu tujuan atau hasil yang terus terjadi, berkaitan dengan pembuatan suatu produk.

Contoh penentuan waktu siklus (TS) untuk *dump truck* yang mengangkut tanah, dihitung sejak mulai diisi sampai penuh (T1), kemudian menuju tempat penumpahan (T2) lama penumpahan (T3) dan kembali kosong ke tempat semula (T4), dan siap untuk diisi atau dimuati kembali.

$$\text{Waktu siklus, } T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \text{ atau } T_s = \frac{n}{n-1} T_n, \text{ menit} \dots\dots\dots (3.7)$$

2. Faktor Kembang Susut

Besarnya faktor konvensi bahan akan sangat tergantung pada jenis bahan, kondisi bahan dan alat yang digunakan.

3. Faktor Kehilangan

Dalam menentukan keperluan bahan (bahan dasar yang ada di quarry) perlu diperhitungkan pula adanya faktor kehilangan akibat pengerjaan atau angkutan. Faktor kehilangan karena pemadatan berkisar antara 0% dan 25%.

4. Koefisien Alat

a. Hubungan Koefisien Alat dan Kapasitas Produksi

Koefisien alat adalah waktu yang diperlukan (dalam satuan jam) oleh suatu alat untuk menyelesaikan atau menghasilkan produksi sebesar satu satuan volume jenis pekerjaan. Data utama yang diperlukan untuk perhitungan efisiensi alat ini antara lain: jenis alat, kapasitas produksi, faktor efisiensi alat, waktu siklus, dan kapasitas produksi alat. Untuk keperluan analisis harga satuan pekerjaan (HSP) diperlukan satu atau lebih alat berat. Setiap alat mempunyai kapasitas produksi (Q) yang bermacam-macam, tergantung pada jenis alat, faktor efisiensi alat, kapasitas alat, dan waktu siklus. Satuan kapasitas produksi alat adalah satu satuan pengukuran per jam. Koefisien alat adalah berbanding terbalik dengan kapasitas produksi.

$$\text{Koefisien alat /m}^3 = 1 / Q, \text{ jam}$$

b. Kapasitas Produksi Alat

Berikut ini beberapa rumus kapasitas produksi alat yang digunakan.

1) *Asphalt Mixing Plant (AMP)*

$$\text{Kapasitas produksi / jam: } Q = V \times Fa; \text{ ton} \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

V atau Cp adalah kapasitas produksi

Fa adalah faktor efisiensi alat AMP

2) *Asphalt Finisher*

$$\text{Kapasitas produksi / jam: } Q = V \times b \times 60 \times Fa \times t \times D1; \text{ ton} \dots (3.9)$$

$$\text{Kapasitas produksi / jam: } Q = V \times b \times 60 \times Fa \times t; \text{ m}^3 \dots\dots\dots (3.10)$$

$$\text{Kapasitas produksi / jam: } Q = V \times b \times 60 \times Fa; \text{ m}^2 \dots\dots\dots (3.11)$$

Keterangan:

V : kecepatan menghampar

Fa : faktor efisiensi alat AMP

- b : lebar hamparan
 D1 : berat isi campuran beraspal, ton/m³.
 t : tebal, m.

3) *Asphalt Sprayer*

Kapasitas produksi / jam, $Q = p_a \times F_a \times 60$, liter (3.12)

Kapasitas produksi / jam, $Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{It}$, m² (3.13)

Keterangan:

- p_a : kapasitas pompa aspal
 F_a : faktor efisiensi alat
 It : pemakaian aspal (liter) tiap m² luas permukaan

4) *Bulldozer*

Kapasitas produksi/jam, untuk pengupasan:

$Q = \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s}$ m² (3.14)

Kapasitas produksi/jam, untuk meratakan:

$Q = \frac{l \times \{n(L-L_0)+L_0\} \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s}$ m² (3.15)

Keterangan:

- Q : kapasitas untuk pengupasan, m² / jam
 F_b : faktor pisau (*blade*)
 F_a : faktor efisiensi kerja *bulldozer*,
 F_m : faktor kemiringan pisau (*grade*)
 V_f : kecepatan mengupas; km/Jam
 V_r : kecepatan mundur; km/Jam
 q : kapasitas pisau $q = L \times H^2$; m³
 (lebar pisau, L; tinggi pisau, H;
 T_1 : waktu gusur = $(l \times 60) : V_f$; menit
 T_2 : waktu kembali = $(l \times 60) : V_r$; menit
 T_3 : waktu lain-lain; menit

- TS : waktu siklus, menit
 Lo : lebar *overlap*; m
 l : jarak pengupasan; m
 n : jumlah lajur lintasan; lajur
 N : jumlah lintasan pengupasan; lintasan

Tabel 3.2 Faktor efisiensi alat *bulldozer* (F_{aBul})

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

Tabel 3.3 - Faktor pisau *bulldozer*

Kondisi Kerja	Kondisi Permukaan	Faktor Pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	1,10 – 0,90
Sedang	Tidak terlalu keras/padat, sedikit mengandung pasir, kerikil, agregat halus	0,90 – 0,70
Agak Sulit	Kadar air tinggi, mengandung tanah liat, berpsir, kering/keras	0,70 – 0,60
Sulit	Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar	0,60 – 0,40

5) *Air Compressor*

Alat ini digunakan sebagai sumber tenaga berbentuk udara bertekanan tinggi untuk *jack hammer* (E26), *rock drill*, atau *concrete breaker* untuk penghancuran. Digunakan pula untuk membersihkan area yang akan dikerjakan.

$$\text{Air Compressor} : Q = \frac{1,00 \times Fa \times 60}{5} \text{ m}^2 \dots\dots\dots (3.16)$$

Keterangan:

Fa : faktor efisiensi alat,

6) *Concrete Mixer*

$$\text{Kapasitas produksi /jam, } Q = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (3.17)$$

Keterangan:

Q : kapasitas produksi; m³ /jam

V atau Cp adalah kapasitas mencampur; m³,

Fa : faktor efisiensi alat,

TS : waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$ menit

T1 : waktu mengisi; menit

T2 : waktu mencampur; menit

T3 : waktu menuang; menit

T2 : waktu menunggu; menit

7) *Dump Truck*

$$\text{Kapasitas produksi / jam, } Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (3.18)$$

Keterangan:

Q : kapasitas produksi *dump truck*; m³ /jam

V : kapasitas bak; ton,

Fa : faktor efisiensi alat,

FK : faktor pengembangan bahan;

D : berat isi material (lepas, gembur); ton/m³;

v1 : kecepatan rata-rata bermuatan, (15 – 25); km/jam.

v2 : kecepatan rata-rata kosong, (25 – 35); km/jam

TS : waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$ menit

T1 : waktu muat = $\frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}}$; menit

Q_{exc} : kapasitas produksi *Excavator*; m³ / jam, bila kombinasi dengan alat *excavator*.

Bila melayani alat lain seperti *Wheel Loader*, AMP dll, gunakan Q yang sesuai.

T2 : waktu tempuh isi: = $(L / v1) \times 60$; menit

T3 : waktu tempuh kosong: = $(L / v2) \times 60$; menit

T4 : waktu lain-lain, menit

Tabel 3.4 Kecepatan *dump truck* dan kondisi lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan ^{*)} , v, km/h
Daftar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

^{*)} Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jala, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.

Tabel 3.5 Faktor efisiensi alat *dump truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang Baik	0,75
Buruk	0,70

8) *Excavator Backhoe*

$$\text{Kapasitas produksi /jam, } Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1 \times Fv}, m^3 \dots\dots\dots (3.19)$$

Keterangan:

V : Kapasitas *bucket*; m³

- Fb : Faktor *bucket*,
 Fa : Faktor efisiensi alat
 Fv : Faktor konversi (kedalaman < 40 %),
 Ts : Waktu siklus; menit,
 T1 : Lama menggali, memuat
 T2 : Lain-lain (standar), maksimum 0,10; menit.
 TS : Waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$ menit

Tabel 3.6 Faktor *bucket* (*bucket fill factor*) (Fb) untuk *excavator backhoe*

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor <i>Bucket</i> (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung tanah lembut	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

Tabel 3.7 Faktor konversi galian (Fv) untuk alat *excavator*

Kondisi galian (kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (<i>dumping</i>)			
	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

Tabel 3.8 - Faktor efisiensi kerja alat (Fa) *excavator*

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

9) *Motor Grader*

Untuk pekerjaan perataan hamparan:

$$\text{Kapasitas produksi/ jam} = Q = \frac{Lh \times \{n(b-b_0) + b_0\} \times Fa \times 60}{N \times n \times T_s} \text{ m}^2 \dots (3.20)$$

Keterangan:

Lh : panjang hamparan; m,

Bo : lebar *overlap*; m,

Fa : faktor efisiensi kerja;

n : jumlah lintasan; lintasan,

N : jumlah pengupasan tiap lintasan; kali lintasan

v : kecepatan rata-rata; km/h,

b : lebar pisau efektif; m,

T1 : waktu 1 kali lintasan : $(Lh \times 60) / (v \times 1000)$; menit,

T2 : lain-lain; menit.

TS : waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$ menit

Tabel 3.9 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 pekerjaan perataan hamparan padat:

$$\text{Kapasitas produksi/ jam} = Q = \frac{Lh \times \{n(b-b_0)+b_0\} \times Fa \times 60 \times t}{N \times n \times Ts \times Fk} \text{ m}^2 \dots (3.21)$$

Keterangan:

Fk : faktor pengembangan bahan,

t : tebal hamparan padat; m

Untuk pekerjaan pengupasan (*grading*):

$$\text{Kapasitas produksi/ jam} = Q = \frac{Lh \times \{n(b-b_0)+b_0\} \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts} \text{ m}^2 \dots (3.22)$$

Keterangan:

Lh : panjang hamparan; m,

bo : lebar *overlap*; m,

Fa : faktor efisiensi kerja;

n : jumlah lintasan; lintasan,

N : jumlah pengupasan tiap lintasan; kali lintasan

v : kecepatan rata-rata; km/h,

b : lebar pisau efektif; m,

T1 : waktu 1 kali lintasan : $(Lh \times 60) / (v \times 1000)$; menit,

T2 : lain-lain; menit.

TS : waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n$ menit

Wheel Loader

Untuk memuat agregat ke atas *dump truck*

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \text{ m}^3 \dots (3.23)$$

Keterangan:

V adalah kapasitas *bucket*; m³

Fb adalah faktor *bucket*

Fa adalah faktor efisiensi alat

Ts adalah waktu siklus (memuat dll); menit

Tabel 3.10 Faktor *bucket* (*bucket fill factor*) (F_b) untuk *wheel loader* dan *track loader*

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader	Track Loader
Mudah	1,0 – 1,1	1,0 – 1,1
Sedang	0,85 – 0,95	0,95 – 1,1
Agak Sulit	0,80 – 0,85	1,0 – 0,9
Sulit	0,75 – 0,80	0,9 – 0,8

Untuk mengambil agregat dari *stock pile* ke dalam *Cold Bin AMP*

$$\text{Kapasitas produksi / jam} = Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \text{ m}^3, \dots \dots \dots (3.24)$$

Keterangan:

V : kapasitas *bucket*; m^3

F_b : faktor *bucket*

F_a : faktor efisiensi alat

L : jarak dari *stock pile* ke *cold bin*, m,

v_1 : kecepatan rata-rata bermuatan, km/jam.

v_2 : kecepatan rata-rata kosong, km/jam

T_1 : waktu tempuh isi: = $(L / v_1) \times 60$; menit

T_2 : waktu tempuh kosong:= $(L / v_2) \times 60$; menit

Z : waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk); menit

T_s : waktu siklus, $T_s = \sum_{n=1}^n T_n + Z$; menit

J. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Cost*)

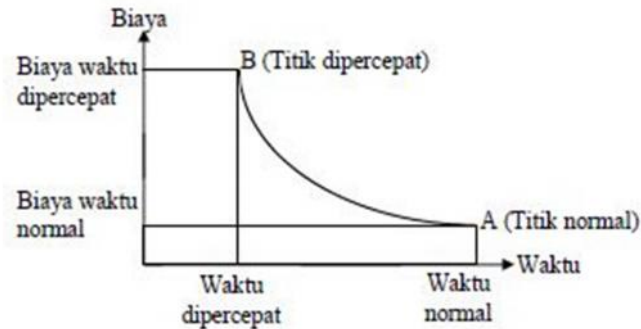
Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal diperhitungkan bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka

pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal. Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

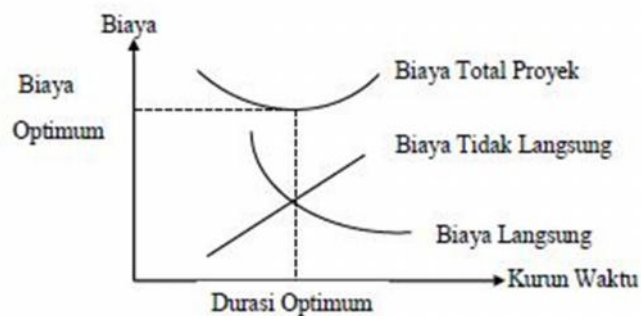
1. Normal ongkos pekerja perhari
= Produktivitas harian \times Harga satuan upah pekerja
2. Normal ongkos pekerja perjam
= Produktivitas perjam \times Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja
= $1,5 \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama
+ $2 \times n \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya
Dengan:
n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari
= (Jam kerja perhari \times Normal *cost* pekerja) + (n \times Biaya lembur perjam)
5. *Cost slope*
= *Crash Cost* – Normal *Cost* Durasi Normal – Durasi Crash

K. Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 3.2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 3.2 memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan jumlah jam kerja (lembur) maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar. Gambar 3.3 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



Gambar 3.2 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997)



Gambar 3.3 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997)

L. Biaya Denda

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontaktor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut :

Total denda = total waktu akibat keterlambatan \times denda perhari akibat keterlambatan

Dengan:

Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

M. Program *Microsoft Project*

Program *Microsoft Project* adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan

grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah input menjadi output sesuai tujuannya. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat dan kegiatan-kegiatan. Seterusnya diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang di inginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang di kenal saat ini, antara lain CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), dan *Gantt Chart*. *Microsoft Project* adalah penggabungan dari ketiganya. *Microsoft project* juga merupakan sistem perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya (*resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* adalah :

1. Mengetahui durasi kerja proyek
2. Membuat durasi optimum
3. Mengendalikan jadwal yang dibuat.
4. Mengalokasikan sumber daya (*Resources*) yang digunakan.

Komponen yang di butuhkan pada jadwal adalah :

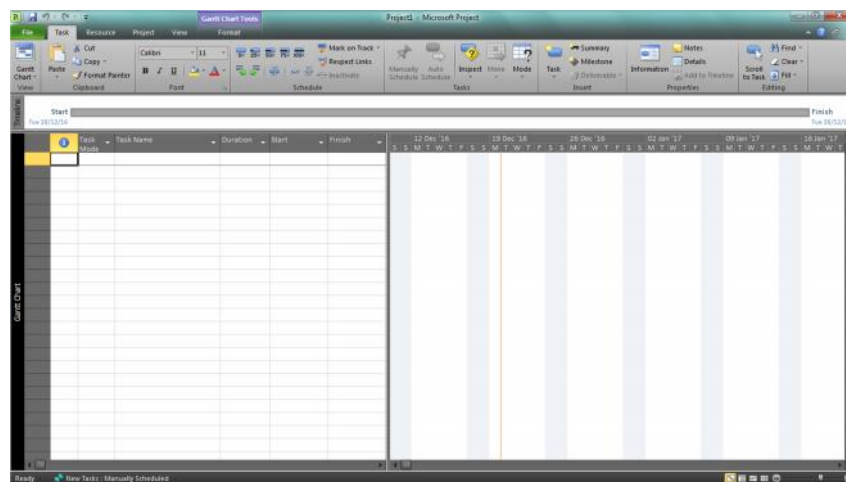
1. Kegiatan (rincian tugas, tugas utama)
2. Durasi kerja untuk tiap kegiatan
3. Hubungan kerja tiap kegiatan
4. *Resources* (tenaga kerja pekerja dan bahan).

Yang dikerjakan oleh *Microsoft Project* antara lain :

1. Mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor
2. Mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur

3. Menghitung pengeluaran sehubungan dengan ongkos tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek.
4. Membantu mengontrol pengguna tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

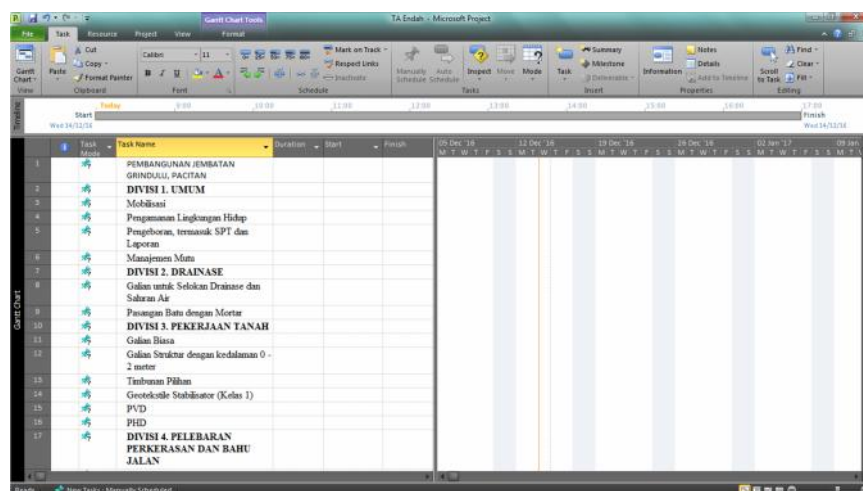
Program *Microsoft project* memiliki beberapa macam tampilan layar, sebagai *default* setiap kali membuka *file* baru, yang akan ditampilkan adalah *Gantt Chart View*. Tampilan *Gantt Chart View* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tampilan layar *Gantt Chart View*

1. Task

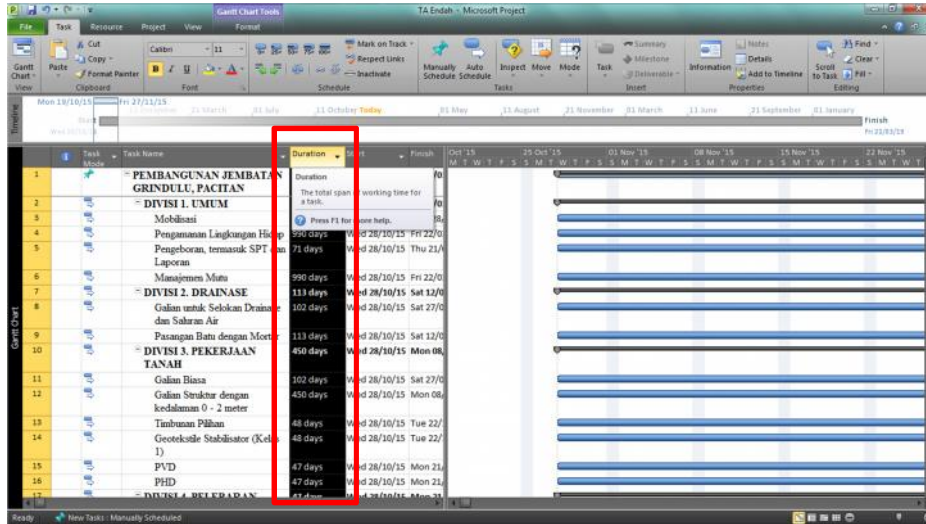
Task adalah salah satu bentuk lembar kerja dalam *Microsoft Project* yang berisi rincian pekerjaan sebuah proyek.



Gambar 3.5 Lembar kerja *Task*

2. Duration

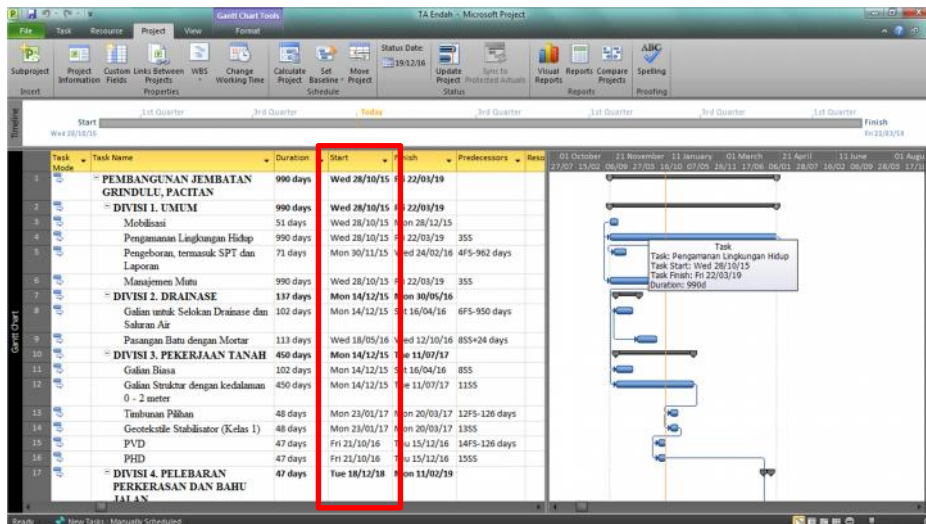
Duration merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.



Gambar 3.6 Kolom *Duration*

3. Start

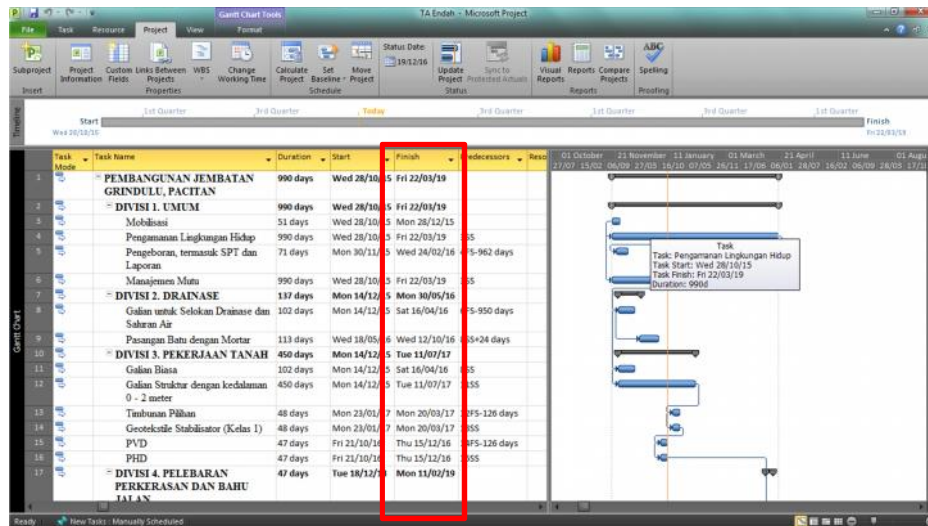
Start merupakan nilai tanggal dimulainya suatu pekerjaan sesuai perencanaan jadwal proyek.



Gambar 3.7 Kolom *Start*

4. *Finish*

Dalam *Microsoft Project* tanggal akhir pekerjaan disebut *finish*, yang akan diisi secara otomatis dari perhitungan tanggal mulai (*start*) ditambah lama pekerjaan (*duration*).



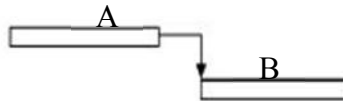
Gambar 3.8 Kolom *Finish*

5. *Predecessor*

Predecessor merupakan hubungan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lain. Dalam *Microsoft Project* mengenal 4 macam hubungan antar pekerjaan, yaitu :

a. FS (*Finish to Start*)

Suatu pekerjaan (pekerjaan B) baru boleh dimulai jika pekerjaan yang lain (pekerjaan A) selesai, dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.9 FS (*Finish to Start*)

b. FF (*Finish to Finish*)

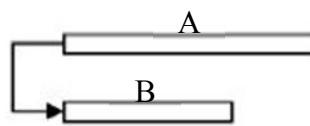
Suatu pekerjaan (pekerjaan B) harus selesai bersamaan dengan selesainya pekerjaan lain (pekerjaan A), dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.10 FF (*Finish to Finish*)

c. SS (*Start to Start*)

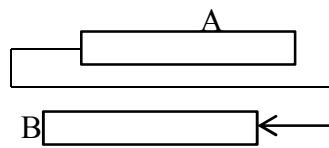
Suatu pekerjaan (pekerjaan B) harus dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain (pekerjaan A), dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.11 SS (*Start to Start*).

d. SF (*Start to Finish*)

Suatu pekerjaan baru boleh diakhiri jika pekerjaan lain dimulai, dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.12 SF (*Start to Finish*).

6. Resources

Sumber daya, baik sumber daya manusia, alat, maupun material dalam *Microsoft Project* disebut dengan *resources*.

Resource Name	Type	Material Code	Units	Std. Rate	Cost/Use	Active At	Base Calendar	Code	AMF New Column
Tandem roller	Work	T	1	Rp225.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
P. tyre roller	Work	P	1	Rp150.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Concrete mixer	Work	C	1	Rp75.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Concrete vibrator	Work	C	1	Rp40.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Concrete pump	Work	C	1	Rp100.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Flat bed truck	Work	F	1	Rp250.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Trailer	Work	T	1	Rp400.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Crane	Work	C	1	Rp600.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Stressing tools	Work	S	1	Rp1.250.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Erection tools	Work	E	1	Rp1.500.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Pile driver	Work	P	1	Rp700.000/hr	Rp0/hr	Rp0	Prorated	Standard	
Mobilisasi	Material	M		Rp2.868.220.000		Rp0	Prorated		
Pengamanan lingkungan	Material	P		Rp101.934.000		Rp0	Prorated		
Manajemen mutu	Material	M		Rp125.000.000		Rp0	Prorated		
Pengeboran, SPT, laporan	Material	P		Rp160.000.000		Rp0	Prorated		
Alat bantu	Material	A		Rp1.500		Rp0	Start		
Timbunan pilihan	Material	m3		Rp45.000		Rp0	Start		
Geotekstil stabilisator (kelas I)	Material	m2		Rp25.000		Rp0	Start		
PVD	Material	m1		Rp25.000		Rp0	Start		
PVD	Material	m1		Rp27.000		Rp0	Start		
Agregat 5	Material	m3		Rp150.000		Rp0	Start		
Pengujian pembebanan statis	Material	buah		Rp300.000.000		Rp0	Start		
Pengujian	Material	buah		Rp15.000.000		Rp0	Start		

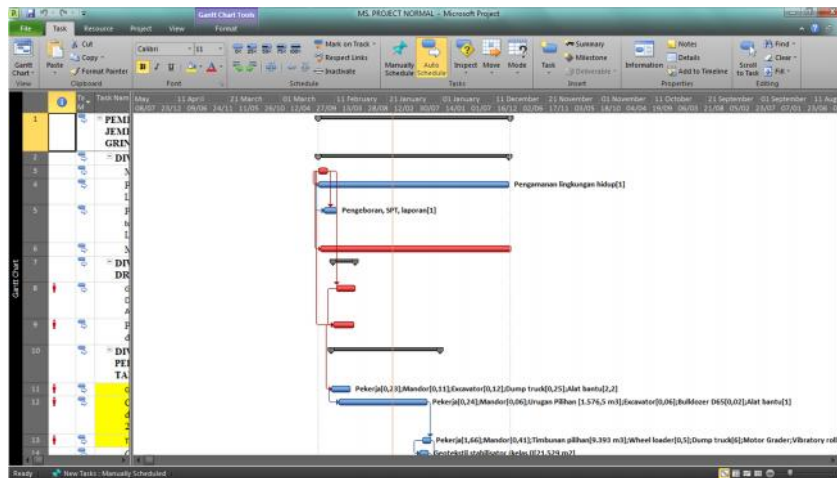
Gambar 3.13 Tampilan layar *Resource sheet*

7. Baseline

Baseline adalah suatu rencana baik jadwal maupun biaya yang telah disetujui dan ditetapkan.

8. Gantt Chart

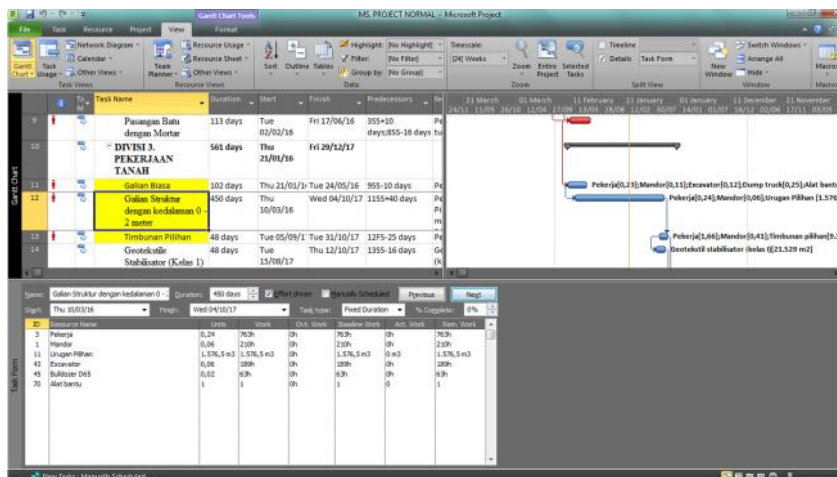
Gantt Chart merupakan salah satu bentuk tampilan dari *Microsoft Project* yang berupa batang-batang horisontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya.



Gambar 3.14 Tampilan *Gantt Chart*

9. Tracking

Tracking adalah mengisi data yang terdapat di lapangan pada perencanaan yang telah dibuat.



Gambar 3.15 Mengisi data (*tracking*)