

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penjadwalan Proyek

Menurut Herjanto (2001), penjadwalan (*scheduling*) adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi. Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan *ganttt*. *Gantt Chart* merupakan diagram perencanaan yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu Jay dan Barry (2008). *Gantt Chart* adalah contoh teknik non matematis yang banyak digunakan dan sangat populer dikalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca.

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa pengertian penjadwalan mempunyai fungsi-fungsi mengalokasikan sumber-sumber yang ada guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan serta melakukan pengendalian dan koreksi terhadap penyimpangan-penyimpangan yang muncul, sehingga penjadwalan dapat diselesaikan tepat waktu sesuai rencana yang telah ditetapkan.

Macam-macam penjadwalan :

Penjadwalan menyangkut penetapan kapan suatu operasi atau kegiatan harus dimulai agar pada hari penyelesaian pembuatan produk atau jasa dapat dipenuhi. Dalam hal penetapan tanggal setiap operasi mengenal 2 (dua) macam penjadwalan menurut Herjanto (2001), sebagai berikut :

1. Penjadwalan Maju (*forward scheduling*)

Dalam penjadwalan maju (*forward scheduling*), pekerjaan dimulai seawal mungkin sehingga pekerjaan selesai sebelum batas waktu yang dijanjikan (*due date*). Penjadwalan maju memiliki konsekuensi terjadinya akumulasi persediaan sampai hasil pekerjaan itu diperlukan pada pusat kerja berikutnya.

Teknik ini mengasumsikan bahwa pengadaan material dan operasi dimulai segera setelah pesanan diterima. Penjadwalan dilakukan atas setiap kegiatan operasi secara berurutan dari awal hingga seluruh kegiatan operasi selesai. Penjadwalan maju banyak digunakan dalam perusahaan dimana operasi dibuat berdasarkan pesanan dan pengiriman dilakukan segera setelah pekerjaan selesai.

2. Penjadwalan Mundur (*backward scheduling*)

Dalam penjadwalan mundur *backward scheduling*, berlawanan dengan penjadwalan maju, kegiatan operasi yang terakhir dijadwalkan lebih dulu, yang selanjutnya secara berturut-turut ditentukan jadwal untuk kegiatan sebelumnya satu-persatu secara mundur. Akhirnya dengan mengetahui waktu tenggang atau (*lead time*), dalam pengadaan barang dapat ditentukan kapan saat dimulainya operasi.

Melalui penugasan pekerjaan selambat mungkin, metode ini dapat meminimalkan persediaan karena pekerjaan baru selesai pada pekerjaan itu diperlukan pada stasiun kerja berikutnya. Namun penggunaan metode ini harus disertai dengan perencanaan dan estimasi waktu tenggang yang akurat, tidak terjadi *break down* selama proses ataupun perlu bahan *due date* yang lebih cepat.

Asumsi-asumsi dalam Penjadwalan :

Dalam penjadwalan, terdapat beberapa asumsi yang ditarik guna mempermudah penyusunan jadwal pekerjaan tersebut, yaitu antara lain :

1. Tiap pekerjaan yang akan dikerjakan terdefinisi dengan baik dan diketahui secara lengkap tentang sifat dan besaran pekerjaan.
2. Sumber daya atau fasilitas yang digunakan untuk melaksanakan semua pekerjaan terdefinisi dengan lengkap.
3. Urutan elemen pekerjaan diketahui.

Penjadwalan dibutuhkan untuk membantu:

- a. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
- b. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
- c. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.
- d. Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara hal-hal kritis pada proyek.

Faktor-faktor Penjadwalan Proyek yaitu:

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek:

1. Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Dengan selesainya proyek itu proyek diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
2. Keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya.
3. Alasan sosial politik lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.
4. Kondisi alam dan lokasi proyek.
5. Keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya.
6. Ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang menunjang terwujudnya proyek tersebut.
7. Kapasitas atau daya tampung area kerja proyek terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional pelaksanaan berlangsung.
8. Produktivitas sumber daya, peralatan proyek dan tenaga kerja proyek, selama operasional berlangsung dengan referensi dan perhitungan yang memenuhi aturan teknis.
9. Cuaca, musim dan gejala alam lainnya.

2.2 Metode Penjadwalan Proyek

Proyek merupakan kombinasi dari kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan dan harus dilaksanakan dengan mengikuti suatu urutan tertentu sebelum seluruh tugas dapat diselesaikan secara tuntas (Supranto, 1988). Oleh karena itu, dalam sebuah proyek sangat penting adanya penjadwalan proyek. Dalam perencanaan penjadwalan proyek terkandung unsur peramalan dalam arti memproyeksikan kejadian-kejadian untuk waktu yang akan datang. Terdapat beberapa teknik penjadwalan proyek, diantaranya sebagai berikut:

2.2.1 Bagan Balok (*Barchart*)

Barchart ditemukan oleh Gantt and Fredrick W. Taylor pada tahun 1917. Sampai diperkenalkannya metode ini dianggap belum pernah ada prosedur yang sistematis analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Metode ini

telah digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah dalam pembuatannya dan mudah dimengerti oleh pemakainya.

Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (Ervianto, 2005).

Cara menyusun *Barchat*:

Barchart dapat dibuat secara manual atau dengan menggunakan komputer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada sumbu horizontal Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu atau bulan, disini waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan.

Pada waktu membuat *barchart* telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain. Format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

Langkah-langkah membuat *barchart*:

1. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
2. Urutan kegiatan, dari daftar kegiatan tersebut diatas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan.

Tabel 2.1 Contoh penjadwalan proyek metode *Barchart*

BARCHART PROYEK : CONTOH LOKASI : XYZ														
No.	Deskripsi Kegiatan	Nilai	Durasi	Bobot	Minggu									
		Rupiah	Minggu	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan Persiapan	1,000,000	2	2.22	1.11	1.11								
2	Pekerjaan Galian Tanah	500,000	2	1.11		0.56	0.56							
3	Pekerjaan Pondasi	1,500,000	3	3.33			1.11	1.11	1.11					
4	Pekerjaan Beton bertulang	10,000,000	2	22.22				11.11	11.11					
5	Pekerjaan Pasangan/ Plesteran	2,000,000	3	4.44					1.48	1.48	1.48			
6	Pekerjaan Pintu Jendela	6,000,000	2	13.34						6.67	6.67			
7	Pekerjaan Atap	7,000,000	2	15.56							7.78	7.78		
8	Pekerjaan Langit-langit	2,000,000	2	4.44								2.22	2.22	
9	Pekerjaan Lantai	5,000,000	2	11.12								5.56	5.56	
10	Pekerjaan Finishing	10,000,000	2	22.22									11.11	11.11
NILAI NOMINAL		45,000,000		100										
PRESTASI PERMINGGU					1.11	1.67	1.67	12.22	13.70	8.15	15.93	15.56	18.89	11.11
PRESTASI KIMILATIF					1.11	2.78	4.44	16.66	30.36	38.52	54.44	70.00	88.89	100

2.2.2 Kurva S (*Hanumm Curve*)

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek.

Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam pengendalian proses pengendalian proyek. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misalnya metode barchart atau network planning dengan memperbaharui sumber daya maupun waktu pada masing-masing pekerjaan.

Cara menyusun Kurva S :

Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu metode diantara durasi proyek di plotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva

S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/ kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan.

Secara umum langkah-langkah menyusun kurva S adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembobotan pada setiap item pekerjaan.
2. Bobot item pekerjaan dihitung berdasarkan biaya item pekerjaan dibagi biaya total pekerjaan dikalikan 100%.
3. Setelah bobot masing-masing item dihitung, lalu distribusikan bobot pekerjaan selama durasi masing-masing aktivitas.
4. Setelah itu jumlah bobot dari aktivitas tiap periode waktu tertentu, dijumlahkan secara kumulatif.
5. Angka kumulatif pada setiap periode ini diplot pada sumbu y (ordinat) dalam grafik dan waktu pada sumbu x (absis).
6. Dengan menghubungkan semua titik didapat kurva S.

Pada umumnya kurva S diplot pada barchart, dengan tujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu tertentu pengamatan progres pelaksanaan proyek.

Tabel 2.2 Contoh penjadwalan proyek metode *Barchart* – Kurva S

BARChart														
PROYEK : CONTOH														
LOKASI : XYZ														
No.	Deskripsi Kegiatan	Nilai	Durasi	Bobot	Minggu									
		Rupiah	Minggu	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan Persiapan	1,000,000	2	2.22	1.11	1.11								
2	Pekerjaan Galian Tanah	500,000	2	1.11		0.56	0.56							
3	Pekerjaan Pondasi	1,500,000	3	3.33			1.11	1.11	1.11					
4	Pekerjaan Beton bertulang	10,000,000	2	22.22				11.11	11.11					
5	Pekerjaan Pasangan/ Plesteran	2,000,000	3	4.44					1.48	1.48	1.48			
6	Pekerjaan Pintu Jendela	6,000,000	2	13.34						6.67	6.67			
7	Pekerjaan Atap	7,000,000	2	15.56							7.78	7.78		
8	Pekerjaan Langit-langit	2,000,000	2	4.44								2.22	2.22	
9	Pekerjaan Lantai	5,000,000	2	11.12								5.56	5.56	
10	Pekerjaan Finishing	10,000,000	2	22.22									11.11	11.11
NILAI NOMINAL		45,000,000		100										
PRESTASI PERMINGGU					1.11	1.67	1.67	12.22	13.70	8.15	15.93	15.56	18.89	11.11
PRESTASI KUMULATIF					1.11	2.78	4.44	16.66	30.36	38.52	54.44	70.00	88.89	100

2.2.3 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

PERT adalah metode penjadwalan proyek berdasarkan jaringan yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk tiap kegiatannya yaitu, optimis, pesimis, paling mungkin dengan menggunakan tiga dugaan waktu mulai awal dan akhir standar untuk tiap kegiatan atau kejadian.

PERT mempunyai nilai yang setinggi-tingginya dalam memberi isyarat secara dini kepada manajemen apabila timbul kendala dalam suatu bidang tertentu yang akan menghambat jadwal atau anggaran program yang telah direncanakan.

Konsep dasar PERT ialah bahwa program dibagi dalam tugas-tugas yang berciri tersendiri, terinci, serta terjadwal, yang disusun dalam jaringan terpadu. Bagi masing-masing tugas atau kegiatan dijabarkan segenap variabel yang penting yaitu waktu, sumber daya, dan unjuk kerja teknik. Kemudian diselenggarakan suatu sistem pelaporan yang sistematis yang memungkinkan pengkajian yang terus menerus terhadap status program (Hajek, 1994).

2.2.4 Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu dalam arti bahwa CPM akan berakhir pada penentuan waktu. CPM merupakan waktu tunggal/deterministic. CPM mencari jalur kritis yang telah digambarkan dengan

anak panah dari satu kegiatan ke kegiatan lainnya. Jalur kritis adalah suatu deretan kegiatan kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Dapat diartikan bahwa jalur kritis merupakan rantai kegiatan kritis yang menghubungkan titik dimulainya dan diakhirinya kegiatan dalam anak panah atau dengan singkat dikatakan jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan dalam anak panah atau dengan singkat dikatakan jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan yang kritis. (Roger, 2000)

2.3 Metode Penjadwalan Proyek dengan *Precedence Diagram Method*

PDM ini merupakan metode penyajian simpul dengan kegiatan digambarkan pada simpul/lingkaran bukan pada panah. Satu keuntungan utama dari PDM adalah memungkinkan jadwal jaringan digambarkan menurut skala. Ini memungkinkan pembuat jaringan untuk melihat secara visual kapan suatu kegiatan dijadwalkan untuk terjadi juga berapa lama ini akan berlangsung dan berhubungan *precedennya*. (Roger, 2000)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada dibagian node maka sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Kegiatan dalam PDM diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, bentuk umum yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

ES	JENIS	EF
LS	KEGIATAN	LF
NO.KEG.		DURASI

Gambar 2.1 Node PDM

PDM sangat berguna pada saat menyajikan kegiatan-kegiatan konstruksi yang berulang atau repetitif, seperti pada proyek pembangunan gedung bertingkat ataupun jalan raya (Irika Wideasanti dan Lenggogeni, 2013). Metode ini mampu

membuat model dari kegiatan yang saling bertumpuk tanpa harus membagi kegiatan tersebut. Penambahan hubungan antar kegiatan dapat dilakukan pada PDM dan dapat mengarahkan penjadwal untuk berasumsi bahwa hasil jadwal akan lengkap dan akurat. Kegagalan dalam mempertimbangkan hubungan dalam membuat penjadwalan akan membuat sebuah PDM menjadi tidak seakurat penjadwalan dengan barchart.

2.3.1 Hubungan Keterkaitan Antar Kegiatan PDM

Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung, yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F), maka ada 4 macam konstrain, yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat tertunda (lag). Bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

a. FS (*Finish to Start*):

FS adalah mulainya suatu kegiatan bergantung pada selesainya kegiatan pendahulunya dengan waktu mendahului lead. Dirumuskan sebagai FS (i-j) = a yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. Proyek selalu menginginkan besar angka a sama dengan 0 kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu, misalnya:

- 1) Akibat iklim yang tak dapat dicegah.
- 2) Proses kimia atau fisika seperti waktu pengeringan adukan semen.
- 3) Mengurus perijinan.

Jenis konstrain ini identik dengan kaidah utama jaringan kerja-CPM atau PERT, yaitu suatu kegiatan dapat mulai bila kegiatan yang mendahuluinya (*predecessor*) telah selesai. Adapun bentuk konstrain *Finish to Start* sebagai berikut.

Konstrain FS

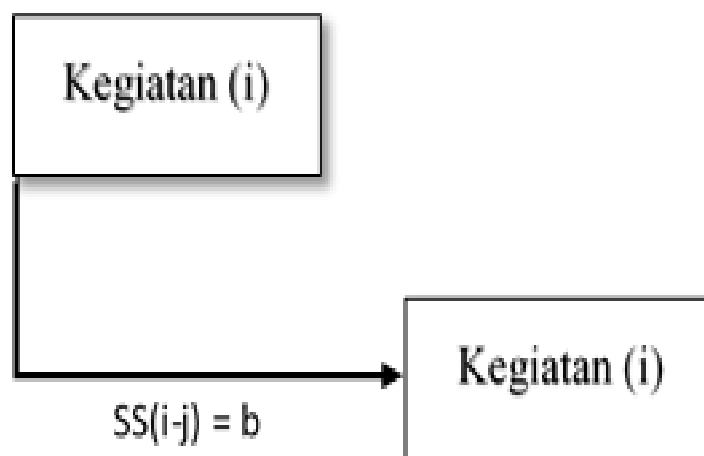


Gambar 2.2 Bentuk Konstrain *Finish to Start*

b. SS (*Start to Start*)

SS adalah mulainya suatu kegiatan bergantung pada mulainya kegiatan pendahulunya, dengan waktu tunggu lag. Atau $SS(i-j) = b$ yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (j) boleh mulai. Atau kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu, karena per definisi b adalah sebagian dari kurun waktu kegiatan terdahulu. Jadi, di sini terjadi kegiatan tumpang tindih. Adapun bentuk konstrain *Start to Start* sebagai berikut.

Konstrain SS



Gambar 2.3 Bentuk Konstrain *Start to Start*

c. FF (*Finish to Finish*)

FF adalah selesainya suatu kegiatan bergantung pada selesai kegiatan pendahulunya, dengan waktu mendahului lead. Atau $FF(i-j) = c$ yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100%, sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian ($= c$) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j). Adapun bentuk konstrain *Finish to Finish* sebagai berikut.

Konstrain FF



Gambar 2.4 Bentuk Konstrain *Finish to Finish*

d. SF (*Start to Finish*)

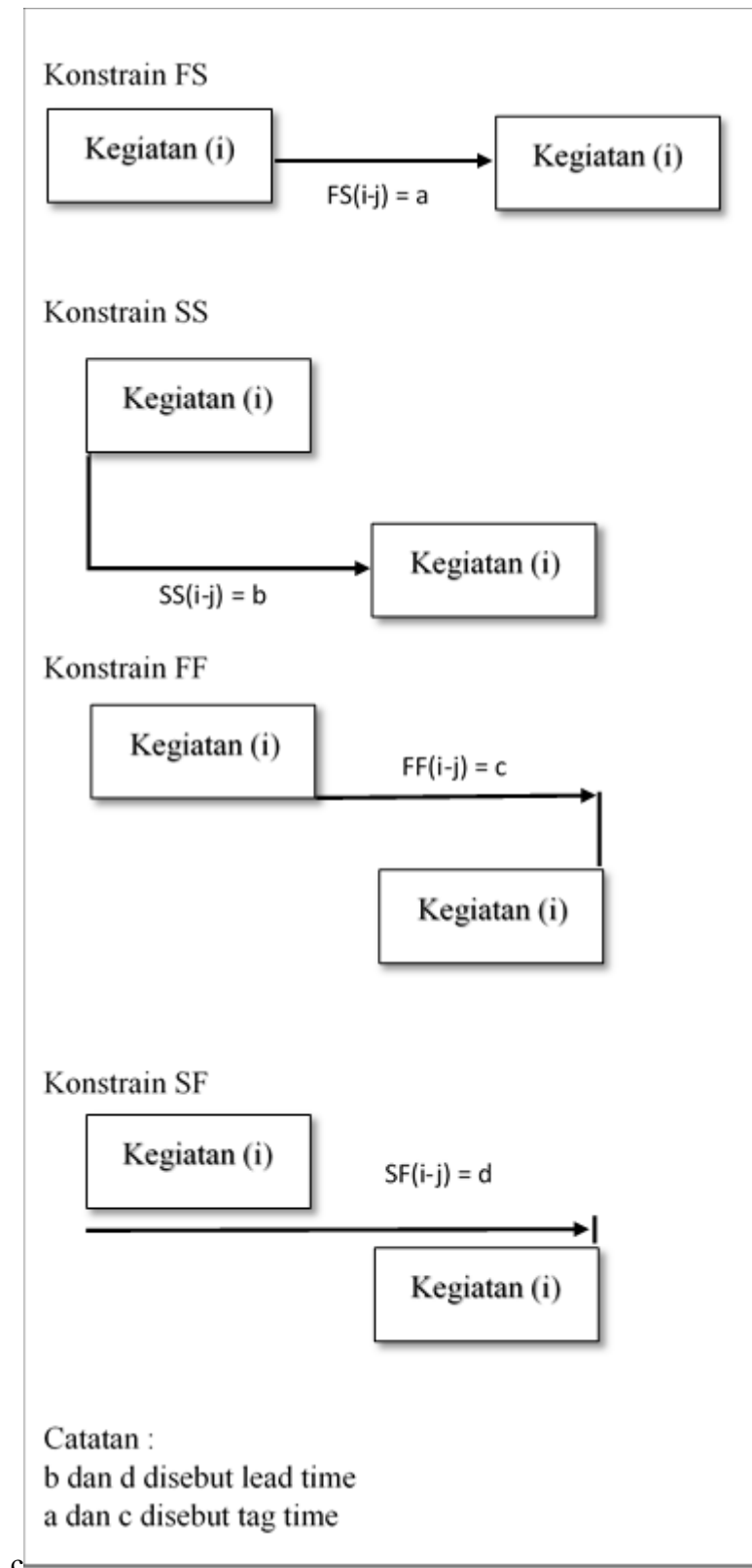
SF adalah selesainya suatu kegiatan bergantung mulainya kegiatan pada pendahulunya, dengan waktu tunggu lag. Dituliskan dengan $SF(i-j) = d$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi, dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan. Adapun bentuk konstrain *Start to Finish* sebagai berikut.

Konstrain SF



Gambar 2.5 Bentuk Konstrain *Start to Finish*

Berikut pada gambar 2.6 menunjukkan semua hubungan keterkaitan antar kegiatan pada PDM.



Gambar 2.6 Hubungan Antar Kegiatan PDM

Dalam PDM ada dua macam perhitungan yaitu:

a. Hitungan Maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- 1) Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- 2) Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung.
- 3) Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu (predecessor) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- 4) Waktu awal dianggap nol.
 - a) Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau $ES(j)$, adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu $ES(i)$ atau $EF(i)$ ditambah konstrain yang bersangkutan. Karena terdapat empat konstrain, maka bila ditulis dengan rumus menjadi:

$ES(f)=$	Pilih angka	$ES(i) + SS(i-j)$
	Terbesar dari	atau
		$ES(i) + SF(i-j) - D(j)$
		atau
		$EF(i) + FS(i-j)$
		atau
		$EF(i) + FF(i-j) - D(j)$

- b) Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau $EF(j)$, adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut $ES(j)$, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan $D(j)$. Atau ditulis dengan rumus, menjadi:

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

b. Hitungan Mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- 1) Menentukan LS, LF dan kurun waktu *float*.
- 2) Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.

3) Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.

- a) Hitung $LF(i)$, waktu selesai paling akhir kegiatan (i) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan.

$LF(i) =$	Pilih angka	$LF(j) - FF(i-j)$
	terkecil dari	atau
		$LS(j) - FS(i-j)$
		atau
		$LF(j) - SF(i-j) + D(i)$
		atau
		$LS(j) - SS(i-j) + D(j)$

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

Atau

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

2.3.2 Durasi Kegiatan Metode PDM

Soeharto (1999), menjelaskan durasi (kurun waktu) kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Adapun Rumus yang digunakan untuk menghitung durasi kegiatan adalah:

$$D = \frac{V}{Pr \cdot N}$$

Keterangan:

D = durasi kegiatan (hari)

V = volume kegiatan (m^3 , m^2 , kg)

Pr = produktivitas kerja rata-rata ($m^3/hari$, $m^2/hari$, $kg/hari$)

N = jumlah tenaga kerja

Untuk menghitung produktivitas digunakan rumus

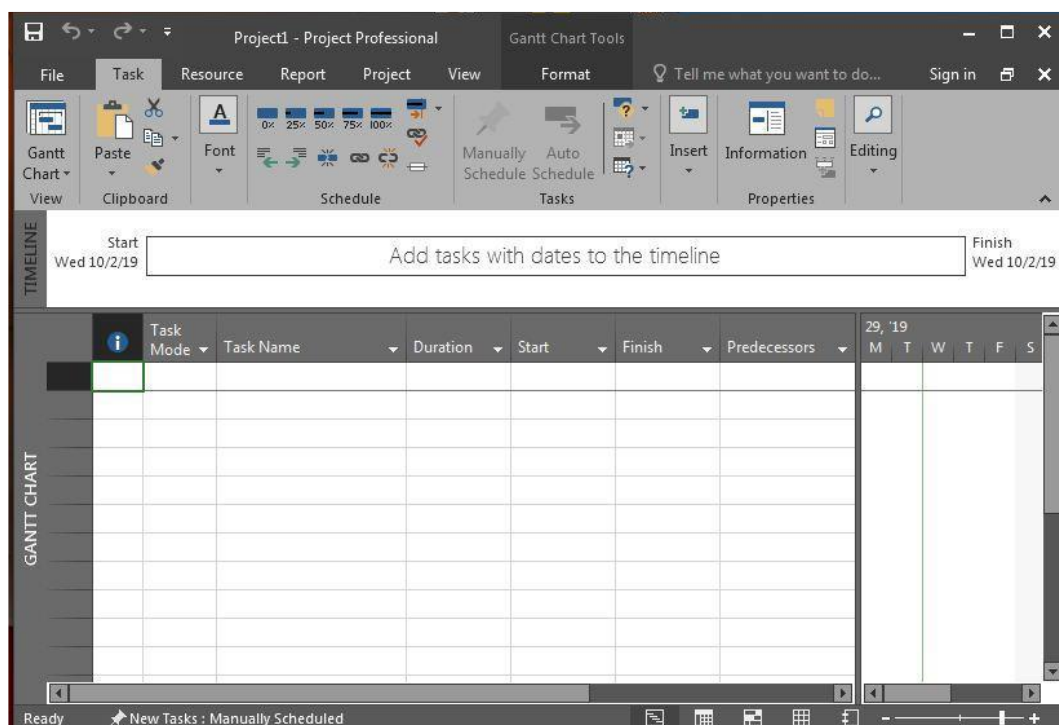
$$Pr = N \cdot k$$

N = jumlah tenaga kerja

k = koefisien tenaga kerja didapat dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor: 28/Prt/M/2016 Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum

2.3.3 Microsoft Project 2016

Microsoft project merupakan suatu aplikasi populer yang digunakan untuk mengelola proyek, digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek. Berikut merupakan lembar kerja pada *Microsoft Project 2016*.



Gambar 2.7 Lembar Kerja *Microsoft Project 2016*

Menurut Mochtar Sibi dan Jantje Mangare (2018), *Microsoft Project 2016* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan

kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Kita akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Kita juga akan lebih produktif dengan mengintegrasikan program-program *Microsoft Office* yang familiar, membuat pelaporan yang kuat, perencanaan yang terkendali dan sarana yang fleksibel. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. Microsoft Project 2016 dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat.

2.4 Langkah Penjadwalan PDM dengan *Microsoft Project 2016*

Sebuah proyek pasti mempunyai sebuah batas waktu atau tanggal yang akan digunakan sebagai patokan dalam memulai proyek tersebut. Memasukkan nilai tanggal dimulainya proyek, pilih menu *project* kemudian pilih *project information*. Berikut tampilan *project information*.

Project Information for 'Project1'

Start date: Current date:

Finish date: Status date:

Schedule from: Calendar:

All tasks begin as soon as possible. Priority:

Enterprise Custom Fields

Department:

Custom Field Name	Value

Help Statistics... OK Cancel

Gambar 2.8 Tampilan *Project Information*

1. Pilih salah satu dari jenis *schedule form* atau dasar penghitungan tanggal, yaitu *project start date* atau *project finish date*.

ditambahkan satuannya. Sebagai contoh, bila ingin memasukkan nilai 3 hari, langsung ketikkan 3 dan tekan enter, maka secara otomatis akan berubah menjadi 3 *days*. Sementara untuk satuan waktu yang lain, Anda cukup mengetikkan inisialnya saja, seperti minggu dengan *weeks*, bulan dengan *months* dan satuan yang lainnya. Berikut tampilan pada saat memasukkan Duration pada Microsoft Project 2016.

	i	Task Mode ▾	Task Name ▾	Duration ▾	Start ▾	Finish ▾	Predecessors ▾
1			PEMBANGUNAN WISMA HAJI	3 days			

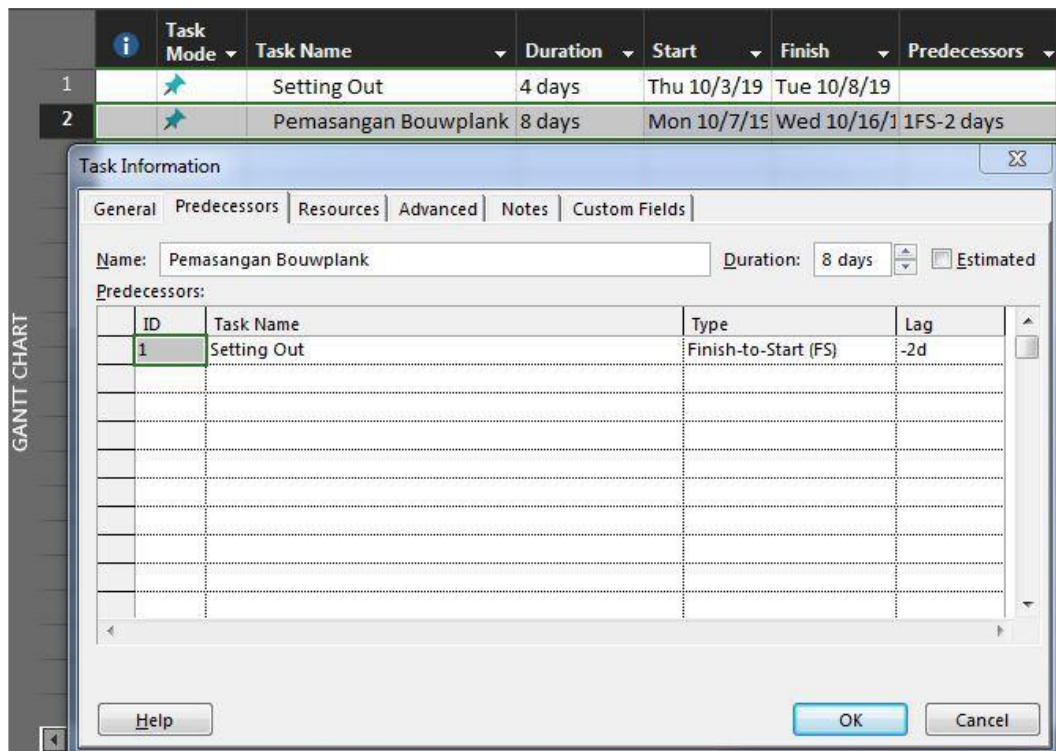
Gambar 2.10 Memasukan *Duration*

2.4.3 Menggunakan Hubungan Antar Pekerjaan

Sebuah proyek selalu ada keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan yang lain. Hubungan antar pekerjaan ini disebut dengan *predecessor*. Suatu pekerjaan menggunakan *predecessor* karena penggunaan sumber daya manusia maupun dikarenakan adanya hubungan keterkaitan antar pekerjaan. Suatu jenis pekerjaan bisa mempunyai lebih dari 1 *predecessor*. Hubungan ketergantungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* dibedakan dalam beberapa macam.

- Finish to Start* (FS), suatu pekerjaan dilaksanakan setelah pekerjaan lain selesai.
- Finish to Finish* (FF), suatu pekerjaan selesai bersamaan dengan pekerjaan lain.
- Start to Start* (SS), suatu pekerjaan dimulai bersamaan dengan pekerjaan lain.
- Start to Finish* (SF), suatu pekerjaan selesai setelah pekerjaan lain dimulai.

Gambar di bawah memperlihatkan pada saat mengisi hubungan antar komponen pekerjaan (*Predecessor*) pada *Microsoft Project* 2016.



Gambar 2.11 Menggunakan Predecessor

Lag time (+), merupakan tenggang waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, suatu pekerjaan bisa dilaksanakan 2 hari setelah pekerjaan lainnya selesai dituliskan 2FS+2d. Berikut gambar yang menunjukkan lag time pada *microsoft project 2016*.

	i	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		★					
2		★	Pekerjaan ke 1	8 days	Wed 12/11/1	Fri 12/20/19	
3		★	Pekerjaan ke 2	6 days	Wed 12/25/19	Wed 1/1/20	2FS+2 days
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Gambar 2.12 Lag Time

Lead Time (-), merupakan penumpukan waktu antara selesainya satu pekerjaan dengan dimulainya pekerjaan yang lain. Sebagai contoh, suatu pekerjaan

