

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarasannya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, I. 1995:1)

Suatu proyek membutuhkan sistem manajemen yang baik untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan sebelumnya. Kegiatan manajemen tersebut meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, pengawasan, dan pengendalian. Dengan adanya kegiatan manajemen proyek tersebut diharapkan pelaksanaan suatu proyek dapat lebih efektif dan efisien.

Tingkat efektif dan efisien suatu proyek dapat dilihat dari lama durasi pengerjaan proyek tersebut dan pengelolaan sumberdaya yang ada. Ketepatan waktu dalam penyelesaian suatu proyek menunjukkan bahwa pengerjaan proyek tersebut telah efektif. Sedangkan penggunaan sumberdaya seminim mungkin dengan produktivitas yang tinggi menunjukkan tingkat efisiensi dalam pengerjaan proyek tersebut.

Sumberdaya yang ada didalam proyek antara lain tenaga kerja (*manpower*), alat dan peralatan (*machine*), bahan bangunan (*material*), uang (*money*), dan metode (*method*). Pengalokasian sumberdaya haruslah tepat sasaran, hal tersebut menghindari terjadinya fluktuasi berlebihan dari jumlah sumberdaya yang digunakan. Selain itu, hal tersebut juga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan dan pengalokasian sumberdaya.

Perencanaan sumberdaya dapat dihitung dengan pendekatan matematis yang memberikan hasil optimal dibandingkan hanya dengan perkiraan pengalaman saja, yang tingkat efektifitas dan efisiensinya rendah. Pendekatan matematis menghasilkan tingkat penyimpangan yang minimal serta perkiraan yang mendekati kondisi sebenarnya (Husen, 2009:28)

2.2. Perencanaan Sumber Daya

Menurut Abrar Husen (2009) perencanaan sumber daya secara cermat dapat membantu terselenggaranya proyek secara efektif dan efisien. Penggunaan sumberdaya dapat dimonitor dengan baik apabila terdapat *master schedule* dan *subschedule* untuk tenaga kerja, alat, dan material.

2.2.1. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Sumberdaya manusia/pekerja merupakan salah satu fakto penting dalam mencapai sasaran suatu proyek. Dalam perencanaan sumberdaya manusia harus diperhatikan waktu , keahlian, dan keterampilan yang sesuai dengan jenis kegiatan yang dibutuhkan.

Menurut Abrar Husein(2009) faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan tenaga kerja adalah :

1. Produktivitas tenaga kerja
2. Jumlah tenaga kerja pada periode yang paling maksimal
3. Jumlah tenaga kerja tetap dan tidak tetap
4. Biaya yang dimiliki
5. Jenis pekerjaan

Dalam menentukan jumlah pekerja yang dibutuhkan dapat dengan beberapa cara, salah satu yang dapat digunakan adalah dengan cara SNI atau dengan menggunakan koefisien pekerja. Koefisien pekerja dalam satuan Oh atau orang perhari. Dengan cara tersebut data yang diperlukan adalah volume dan durasi pekerjaan serta jumlah koefisien pekerja.

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{Koefisien}}{\text{Durasi pekerjaan}} \quad (2-1)$$

2.3. Pemerataan Sumber Daya Manusia/Pekerja

Menurut Abrar Husen (2009) pemerataan sumber daya adalah meratakan frekuensi alokasi sumber daya dengan tujuan memastikan bahwa jumlah/jenis sumber daya dapat diketahui dari awal dan tersedia bila dibutuhkan. Biasanya bila jumlah sumberdaya dikurangi, durasi akan bertambah. Sebaliknya, bila jumlah sumberdaya ditambah , durasi akan berkurang.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemerataan sumberdaya adalah sumberdaya yang terbatas dan durasi kegiatan. Sumberdaya terbatas dibutuhkan selama durasi kegiatan berlangsung, sehingga alokasi sumberdaya terbatas ini harus di utamakan. Hal tersebut karena ketersediaan sumberdaya yang terbatas dan apa bila ketersediaannya tidak dapat

memenuhi kebutuhan yang seharusnya, pengadaan sumberdaya tersebut akan menambah biaya. Dalam pelaksanaan perataan sumberdaya, durasi proyek cenderung dianggap tetap.

Terdapat beberapa pola distribusi sumber daya sepanjang berlangsungnya proyek, antara lain:

1. Pola Fluktuasi

Pola perataan sumber daya ini biasa digunakan ketika suatu sumber daya dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar dalam waktu tertentu. Hal ini biasa terjadi dalam pengadaan sumber daya manusia khususnya pekerja atau tukang. Pola ini cukup sulit diterapkan pada sumber daya mesin atau alat, karena mobilisasi alat berat atau mesin akan terganggu.

2. Pola Tetap

Dalam pola perataan ini, jumlah kebutuhan sumber daya dalam satu durasi pelaksanaan proyek selalu sama. Akan tetapi, dalam pelaksanaannya cukup sulit untuk direalisasikan karena kebutuhan akan sumber daya dalam satu waktu tertentu tidak sama.

3. Pola Bervariasi

Pola perataan ini disesuaikan dengan kebutuhan proyek. Saat awal dan akhir proyek sumber daya yang dibutuhkan lebih sedikit dibanding dengan jumlah kebutuhan sumber daya ditengah pelaksanaan proyek.

2.4. *Minimum Moment Method*

Menurut Harris (1978) metode minimum momen merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk pemerataan sumberdaya dengan asumsi durasi proyek terbatas dengan sumberdaya yang tak terbatas.

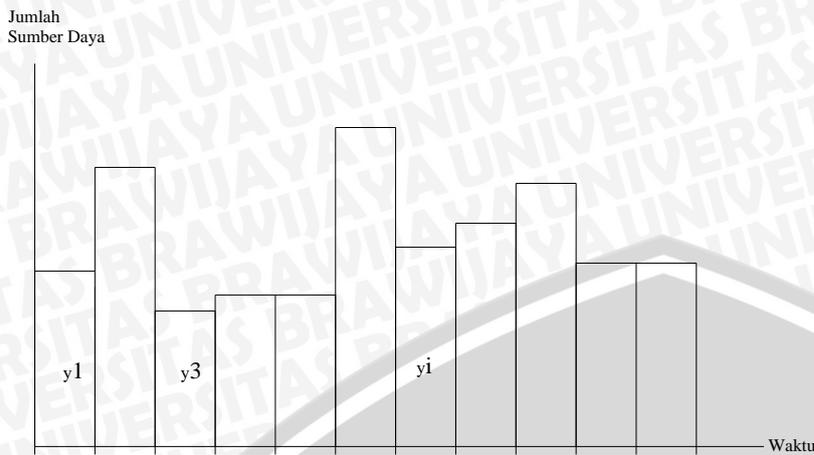
Ketika himpunan suatu elemen disusun dalam suatu histogram yang memiliki interval tetap, *minimum moment* dari elemen tersebut terjadi ketika histogram berbentuk persegi dengan interval yang tetap pula. (Harris 1978:269)

Pada gambar 2.1 menunjukkan himpunan elemen $\{A\}$ dari elemen $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ himpunan interval tetap 1 sampai n . Satu himpunan elemen mewakili luasan dari histogram sumberdaya sedangkan elemen y_i mewakili jumlah sumberdaya harian.

$$\sum y_i = \{A\} \quad (2-2)$$

Momen dari satu elemen adalah $1/2y_i^2$ dari sumbu 0-0. Sedangkan total momen dari satu himpunan elemen adalah

$$M_0 = \frac{1}{2} \sum (y)^2 \quad (2-3)$$



Gambar 2.1 Histogram Sumber Daya

Momen dapat dikatakan minimal terhadap suatu periode waktu ketika histogram dalam periode waktu tersebut berbentuk persegi (tanpa *peak* dan *valleys*), hal tersebut sangat jarang terjadi di dunia nyata. Teori ini bertujuan untuk mengurangi sebanyak mungkin perbedaan antara *peak* dan *valleys* dalam histogram sumberdaya dengan cara menggeser aktivitas non-kritis dari posisi semula ke posisi lainnya. Aktivitas yang telah dilakukan penggeseran, harus memiliki nilai momen statis histogram sumberdaya yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya. Dalam metode ini, sejauh mana aktifitas *i* dapat digeser terbatas dari nilai *free float* aktivitas tersebut, hal tersebut sama dengan nilai minimum dari rentang waktu (*lags*) antara *Early Start Date* (ESD) dan *Early Finish Date* (EFD) dari aktifitas *i*. Pergeseran aktifitas secara maksimum terkait dengan nilai *minimum moment* dapat ditentukan dengan cara menghitung momen statis dari setiap posisi yang memungkinkan untuk pergeseran aktifitas.

Untuk membandingkan diantara histogram sumber daya sebelum dan sesudah dilakukan proses pemerataan, dapat dilakukan dengan cara mencari nilai koefisien rasio sumber daya (RIC) dari masing-masing histogram tersebut. Koefisien rasio sumber daya (RIC) dapat diperoleh dari rumus berikut :

$$RIC = \frac{n\sum y^2}{(\sum y)^2} \quad (2-4)$$

dengan :

- n = jumlah keseluruhan hari kerja
- $\sum y$ = jumlah total sumber daya yang digunakan
- $\sum y^2$ = jumlah total sumber daya kuadrat

2.5. Modified Minimum Moment Method

Modified Minimum Moment merupakan metode perkembangan dari metode *minimum moment*.

Berikut merupakan asumsi yang berlaku dalam teori ini :

1. Aktifitas diasumsikan memiliki waktu kontinyu. Ketika suatu aktifitas dimulai, tidak ada gangguan atau terhentinya aktifitas tersebut sampai aktifitas tersebut selesai.
2. Sumberdaya yang digunakan pada setiap aktifitas dianggap konstan sepanjang waktu durasi aktifitas tersebut.
3. Durasi dari setiap aktifitas dianggap tetap tanpa adanya perpanjangan waktu atau perpendekan.
4. Jaringan kerja dianggap tetap.
5. Batas waktu pengerjaan proyek dianggap tetap.

Perbedaan antara kedua metode berada di kriteria pemilihan aktivitas yang akan digeser. Pada metode ini, dasar pemilihan aktivitas yang memungkinkan untuk digeser adalah nilai(rate) sumberdaya yang dimiliki oleh aktivitas dan nilai dari *free float* dari aktivitas tersebut.

Diantara semua aktivitas yang berada dalam aktivitas non-kritis, kriteria untuk memilih aktivitas yang memungkinkan untuk digeser adalah dengan menghitung nilai dari $R \times S$. R merupakan nilai sumberdaya yang dimiliki oleh aktivitas tersebut, sedangkan S adalah jumlah maksimum hari yang memungkinkan untuk menggeser aktivitas tersebut, dengan kata lain S merupakan nilai dari *free float*. Aktivitas dengan nilai $R \times S$ terbesar merupakan aktivitas pertama yang harus digeser. Aktivitas tersebut digeser sebesar nilai pembesaran momen yang masih berada dalam batas *free float* aktivitas tersebut. Hal tersebut terus dilakukan terhadap aktivitas selanjutnya yang memiliki nilai $R \times S$ terbesar.

Setelah menentukan aktivitas mana saja yang akan digeser, diperlukan penentuan sejauh mana aktifitas tersebut dapat digeser. Pada metode ini, perhitungan *improvement factor (IF)* dapat lebih sederhana dibandingkan metode *minimum moment*, hal tersebut terjadi karena nilai R pada setiap aktifitas sama.

Sehingga, nilai (IF) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IF(\text{activity } J, S) = \sum w - \sum x - mR \quad (2-5)$$

Dimana :

- IF = nilai pergeseran durasi
 Activity = aktifitas yang akan digeser
 $\sum w$ = jumlah sumber daya pada awal durasi
 $\sum x$ = jumlah sumberdaya pada akhir durasi setelah penambahan pergeseran
 m = durasi pergeseran yang mungkin dilakukan
 R = nilai sumberdaya

2.6. Multiple Resource Leveling

Terdapat dua metode *multiple resource leveling* yang paling umum digunakan, yaitu pemerataan sumber daya secara berurutan (*leveling resource in series*) dan pemerataan sumber daya yang telah dikombinasi (*leveling combined resource*).

1. Pemerataan sumber daya secara berurutan (*leveling resource in series*)

Dalam metode ini dari semua jenis sumber daya yang akan diratakan, harus terlebih dahulu dipilih salah satu yang menjadi prioritas pemerataan. Setelah salah satu jenis sumber daya telah diratakan, dilanjutkan dengan jenis sumber daya selanjutnya dengan memperhatikan pengaruh pemerataan jenis sumber daya yang sebelumnya.

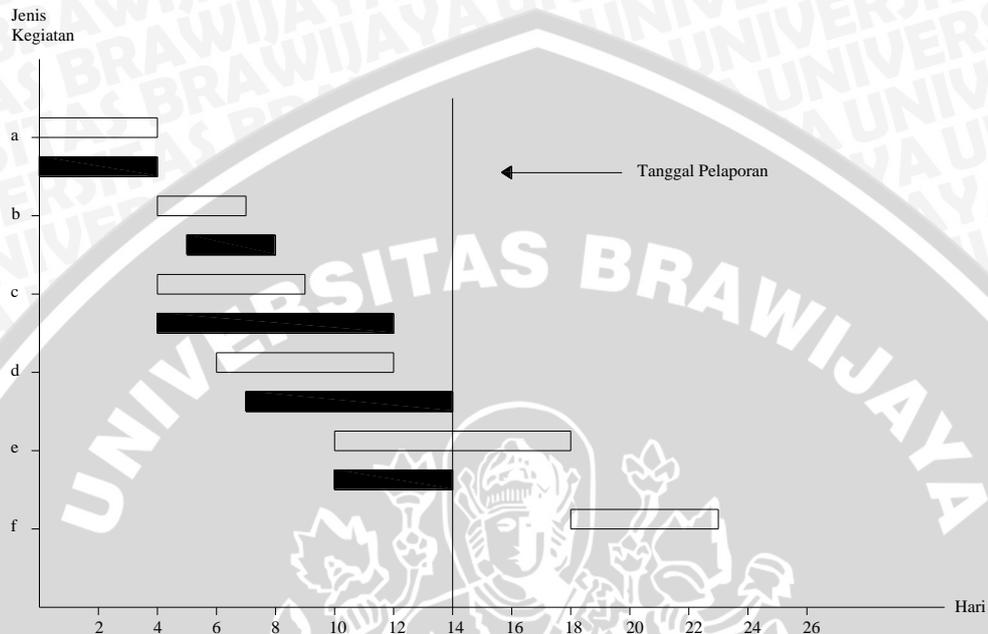
2. Pemerataan sumber daya yang telah dikombinasi (*leveling combined resource*).

Dalam metode ini, pemerataan dapat dilakukan dengan mengkombinasikan jumlah sumber daya dari masing-masing jenis sumber daya yang akan diratakan. Setelah dilakukan kombinasi jumlah sumber daya, dilanjutkan dengan proses pemerataan sumber daya. Pada akhir proses pemerataan jumlah sumber daya dapat dipisahkan kembali sesuai dengan jenis sumber daya masing-masing.

2.7. Diagram Balok

Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan (Soeharto,1995:178)

Diagram balok terdiri dari dua sumbu yaitu sumbu X dan Y. Dimana sumbu horizontal X menunjukkan satuan waktu atau durasi proyek sedangkan sumbu vertical Y menunjukkan jenis kegiatan. Setiap ujung dari balok menunjukkan waktu mulai dan berakhirnya kegiatan. Saat pembuatan diagram balok telah memperhatikan urutan kegiatan walaupun belum ada keterkaitan antara bagan satu dengan yang lain.



Gambar 2.2 Penyajian Perencanaan Proyek Dengan Metode Bagan Balok
Sumber : Soeharto (1995:180)

2.8. Jaringan Kerja

Jaringan kerja merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan unsur proyek, dan pada giliran selanjutnya dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1999:238).

Jaringan kerja dapat difungsikan untuk menyusun kegiatan proyek yang memiliki banyak komponen dengan ketergantungan yang kompleks. Selain itu, dapat memperkirakan jadwal proyek seefisien mungkin dan menghindari fluktuasi berlebihan atas penggunaan sumber daya.

2.8.1. Jalur Kritis

Menurut Imam Soeharto (1995) jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.

Jalur kritis memiliki arti yang cukup penting dalam perencanaan suatu proyek. Hal tersebut dikarenakan keterlambatan kegiatan yang berada didalam jalur kritis akan mengakibatkan keterlambatan dari seluruh kegiatan proyek.

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis, dan kemudian menentukan jalur kritis, dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) (Ervianto, 2002:180-182).

1. *Forward Analysis*

Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF).

Besarnya nilai ES_j dan EF_j dihitung sebagai berikut :

$$ES_j = ES_i + SS_{ij} \text{ atau } ES_j = EF_i + FS_{ij} \quad (2-6)$$

$$EF_j = ES_i + SF_{ij} \text{ atau } EF_j = EF_i + FF_{ij} \text{ atau } ES_j + D_j \quad (2-7)$$

Apabila terdapat lebih dari satu anak panah yang masuk dalam satu kegiatan, maka diambil nilai yang terbesar.

Apabila tidak diketahui FS_{ij} atau SS_{ij} dan kegiatan *non splittable*, maka ES_j dihitung dengan cara sebagai berikut $ES_j = EF_j + D_j$.

2. *Backward Analysis*

Perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF).

Besarnya nilai LS_j dan LF_j dihitung sebagai berikut :

$$LF_i = LF_j - FF_{ij} \text{ atau } LF_j = LS_i - FS_{ij} \quad (2-8)$$

$$LS_i = LS_j - SS_{ij} \text{ atau } LS_j = LF_j - SF_{ij} \text{ atau } LF_i + D_i \quad (2-9)$$

Apabila terdapat lebih dari satu anak panah yang keluar dalam satu kegiatan, maka diambil nilai yang terkecil.

Apabila tidak diketahui FF_{ij} atau FS_{ij} dan kegiatan *non splittable*, maka LF_j dihitung dengan cara sebagai berikut $LF_j = LS_i + D_i$.

2.8.2. *Float*

Float dapat didefinisikan sebagai sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat secara sengaja atau tidak sengaja. Tetapi, penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya (Ervianto, 2002:183-184).

1. *Total Float*

Jumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi selesainya proyek secara keseluruhan.

$$\text{Total Float (TF)}_I = \text{Minimum (LS}_j - \text{EF}_i) \quad (2-10)$$

2. *Free Float*

Jumlah waktu yang tersedia untuk terlambat atau diperlambatnya pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

$$\text{Free Float (FF)}_I = \text{Minimum (ES}_j - \text{EF}_i) \quad (2-11)$$

2.9. Diagram Preseden / Konstrain

Metode preseden diagram (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk dalam AON. Disini kegiatan dituliskan didalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan (Soeharto, 1995:241)

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, PDM berupa node dengan bentuk persegi empat. Dalam node tersebut terdapat nama kegiatan, durasi pelaksanaan, waktu mulai dan berakhirnya kegiatan tersebut. Semua informasi tersebut berada didalam kotak yang telah terbagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan mengidentifikasi informasi yang berada didalam node.

Nomor Kegiatan			
ES	Nama Kegiatan	Durasi Kegiatan	EF
LS	Tanggal Mulai	Tanggal Selesai	LF

Gambar 2.3 Node PDM

Keterangan :

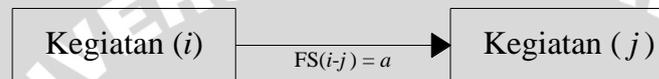
- ES = Waktu mulai paling awal aktivitas
- EF = Waktu berakhir paling awal aktivitas
- LS = Waktu mulai paling akhir aktivitas
- LF = Waktu berakhir paling akhir aktivitas

1.9.1. Konstrain

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) (Soeharto, 1995:243)

2.9.1.1. Konstrain Selesai – Mulai (FS)

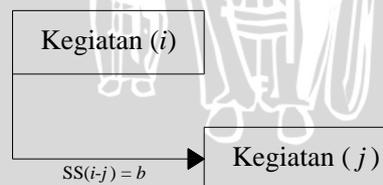
Pada konstrain ini dijelaskan hubungan antara mulainya suatu kegiatan setelah kegiatan sebelumnya berakhir. Hal tersebut dapat dirumuskan $FS(i-j) = a$. Dari rumus tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan j dimulai a hari, setelah kegiatan i selesai.



Gambar 2.4 Kostrain Selesai-Mulai (FS)
Sumber : Soeharto (1995:244)

2.9.1.2. Konstrain Mulai – Mulai (SS)

Pada konstrain ini dijelaskan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan sebelumnya. Hal tersebut dapat dirumuskan $SS(i-j) = b$, dari rumus tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan j dimulai setelah kegiatan i dimulai selama b hari. Konstrain ini dapat terjadi ketika kegiatan i belum sepenuhnya selesai. Kegiatan j dimulai ketika sebagian dari kegiatan i telah terlaksana. Oleh karena itu, nilai b tidak boleh melebihi nilai durasi dari kegiatan i .



Gambar 2.5 Kostrain Mulai-Mulai (SS)
Sumber : Soeharto (1995:244)

2.9.1.3. Konstrain Selesai – Selesai (FF)

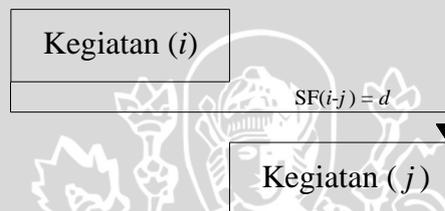
Pada konstrain ini dijelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan sebelumnya. Hal tersebut dapat dirumuskan $FF(i-j) = c$, dari rumus tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan j berakhir setelah kegiatan i berakhir selama c hari. Konstrain ini terjadi untuk mencegah kegiatan j berakhir sebelum kegiatan i selesai sepenuhnya, sehingga nilai c tidak boleh melebihi durasi dari kegiatan j .



Gambar 2.6 Kostrain Selesai-Selesai (FF)
Sumber : Soeharto (1995:244)

2.9.1.4. Konstrain Mulai – Selesai (SF)

Pada konstrain ini dijelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan sebelumnya. Hal tersebut dapat dirumuskan $FS(i-j) = d$, dari rumus tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan j berakhir setelah d hari kegiatan i dimulai.



Gambar 2.7 Kostrain Mulai-Selesai (SF)
Sumber : Soeharto (1995:244)

2.10. Penggunaan *software Microsoft Project 2007*

Menurut Imam Soeharto (1995) kemajuan pesat dibidang computer telah meningkatkan kegunaan dan daya guna metode jaringan kerja, yang pada dasarnya membutuhkan perangkat yang dapat memproses data dalam jumlah besar, cepat dan akurat.

Microsoft project merupakan salah satu perangkat lunak yang umum digunakan untuk membuat penjadwalan lengkap dengan hubungan antar kegiatan dan sumber daya yang digunakan dalam setiap kegiatan. Selain itu, perangkat lunak ini juga mampu mengatur dan memformat rencana penjadwalan, membandingkan realisasi penjadwalan dengan yang direncanakan (Chatfield dan Johnson, 2013:3).

Menurut Carl Chatfield dan Timothy Johson (2013) Microsoft project dapat digunakan untuk:

1. Membuat perencanaan secara detail sesuai dengan kebutuhan suatu proyek. Dapat dimulai dari data yang paling sederhana hingga penambahan detail apabila dibutuhkan.
2. Perencanaan penjadwalan dapat dilakukan secara otomatis atau manual.

3. Mengolah pekerjaan, biaya, dan sumber daya sesuai dengan kebutuhan proyek.
4. Dapat mengerjakan suatu perencanaan penjadwalan dalam berbagai macam jenis tampilan (*Gantt chart*, *timelines/calendar*, *network diagram*, *task form*, dan *task sheet*) dan laporan.
5. Membandingkan dan mengolah rencana penjadwalan dengan pelaksanaan proyek di lapangan.
6. Bekerja sama dan membagikan data yang telah diolah dalam berbagai macam jenis format laporan.
7. Menggunakan *resource pools*, *consolidated project*, dan *cross projects* untuk proyek berskala besar dan terdiri dari beberapa proyek.

Dalam memaksimalkan penjadwalan suatu proyek dengan menggunakan Microsoft Project 2007 terdapat beberapa istilah yang patut untuk diperhatikan:

- *Baseline* merupakan rencana awal yang nantinya akan dibandingkan dengan rencana terbaru atau rencana yang telah diperbaiki. Dalam *baseline* terdapat tanggal mulai dan berakhirnya proyek, durasi, bobot pekerjaan, penugasan sumber daya, serta rencana biaya.
- *Constraint* adalah hubungan antar aktivitas seperti *start to finish*, *finish to start*, dsb.
- *Critical path* merupakan rangkaian aktivitas yang apabila terlambat dapat mengakibatkan mundurnya tanggal penyelesaian proyek.
- *Slack/Float* merupakan waktu dimana suatu aktivitas dapat ditunda tanpa mempengaruhi aktivitas selanjutnya maupun waktu total proyek.
- *Free slack/float* adalah waktu dimana suatu aktivitas dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai aktivitas selanjutnya.