

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 PROYEK KONSTRUKSI

Proyek merupakan sekumpulan aktivitas yang saling berhubungan dimana ada titik awal dan titik akhir serta hasil tertentu, proyek biasanya bersifat lintas fungsi organisasi sehingga membutuhkan bermacam keahlian (*skills*) dari berbagai profesi dan organisasi. Setiap proyek adalah unik, bahkan tidak ada dua proyek yang persis sama. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan (Dipohusodo, 1995).

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), *time* (waktu) (Dipohusodo, 1995).

Dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya, dan mutu. Pada umumnya, mutu konstruksi merupakan elemen dasar harus dijaga untuk senantiasa sesuai dengan perencanaan. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan. Dengan demikian, seringkali efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan tidak tercapai. Hal itu mengakibatkan pengembang akan kehilangan nilai kompetitif dan peluang pasar (Proboyo, 1999).

3.2 METODE PDM (*PRECEDENCE DIAGRAMMING METHOD*)

Pembangunan melibatkan banyak aktivitas, tiap aktivitas memerlukan sejumlah waktu yang didefinisikan sebagai durasi proyek. Total waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan juga dinyatakan dalam waktu di penjadwalan proyek, sehingga penetapan waktu penyelesaian proyek dengan metode PDM (*Precedence Diagramming Method*) (Suputra, 2001).

PDM (*Precedence Diagramming Method*) merupakan suatu metode penjadwalan jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Analisis dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*) disederhanakan dengan menggunakan detail pekerjaan pembangunan proyek hingga menghasilkan total waktu penyelesaian proyek. Dengan adanya parameter yang bertambah banyak, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan (Suputra, 2001).

PDM (*Precedence Diagramming Method*) adalah jaringan yang termasuk klasifikasi AON (*Activity On Node*), dimana kegiatan ditulis dalam node dan anak panah sebagai petunjuk antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*) terdapat pekerjaan tumpang tindih, sehingga dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*) tidak mengenal kegiatan yang bersifat semu antara dua kegiatan yang tidak membutuhkan waktu dan sumber daya (*dummy*) (Tjaturono, 2004).

Dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*), kotak (*node*) menandai suatu kegiatan sehingga harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktu (durasi), sedangkan peristiwa merupakan ujung setiap kegiatan. Setiap nod mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang berisi keterangan dari kegiatan antara lain, kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan ES (*Earliest Start*), LS (*Latest Start*), EF (*Earliest Finish*), dan LF (*Latest Finish*) (Tjaturono, 2004).

Node pada PDM (*Precedence Diagramming Method*) adalah sebagai berikut:

Pekerjaan/ <i>Activity</i>		
ES	Durasi	EF
LS		LF

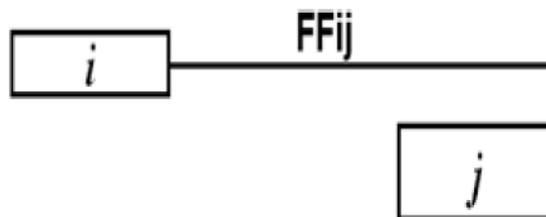
Gambar 3.1 Contoh Node Pada PDM

Jalur kegiatan kritis pada PDM (*Precedence Diagramming Method*) mempunyai sifat-sifat yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama, $ES=LS$.
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama, $EF=LF$.
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal, $D=LF-ES$

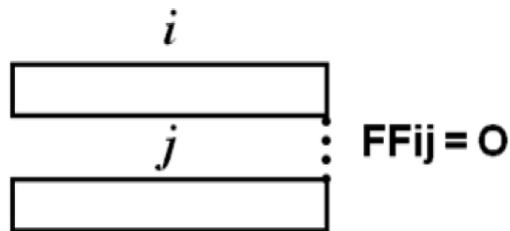
Bila hanya sebagian dari ketiga syarat diatas terpenuhi, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis. PDM mempunyai hubungan logis ketergantungan yang bervariasi. Pada PDM ada 4 macam hubungan logis/konstrain yang bervariasi, yaitu :

1. *Finish to Finish* (FF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



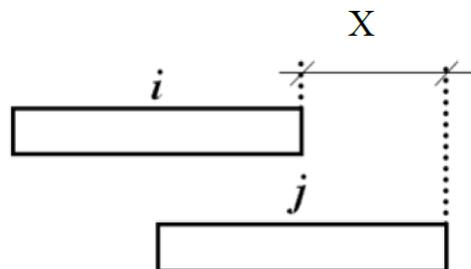
Gambar 3.2 *Finish to Finish* (FF)

- a) $FF_{ij} = 0$, artinya selesainya kegiatan i dan j secara bersamaan



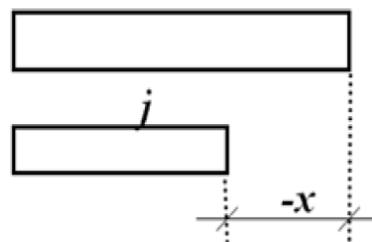
Gambar 3.3 *Finish to Finish*, $FF_{ij} = 0$

- b) $FF_{ij} = x$, artinya kegiatan j selesai setelah kegiatan i selesai



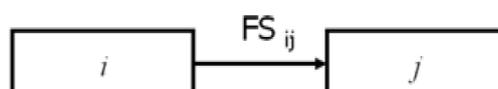
Gambar 3.4 *Finish to Finish*, $FF_{ij} = x$

- c) $FF_{ij} = -x$, artinya kegiatan i selesainya x hari lebih dahulu dari selesainya kegiatan j



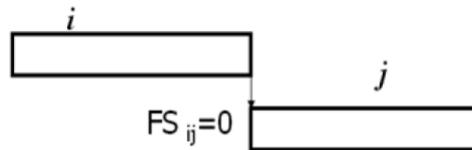
Gambar 3.5 *Finish to Finish*, $FF_{ij} = -x$

2. *Finish to Start* (FS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada selesainya (*Finish*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



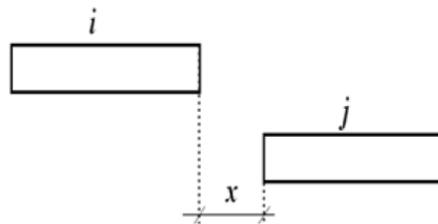
Gambar 3.6 *Finish to Start* (FS)

- a) $FS_{ij} = 0$, artinya kegiatan j dimulai langsung setelah kegiatan i selesai



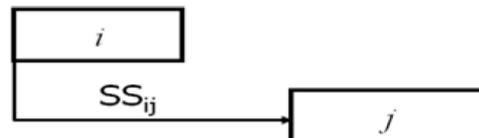
Gambar 3.7 *Finish to Start*, $FS_{ij} = 0$

- b) $FS_{ij} = x$, artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i selesai



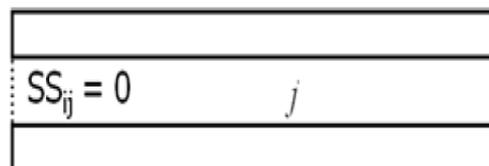
Gambar 3.8 *Finish to Start*, $FS_{ij} = x$

3. *Start to Start* (SS) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*Start*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



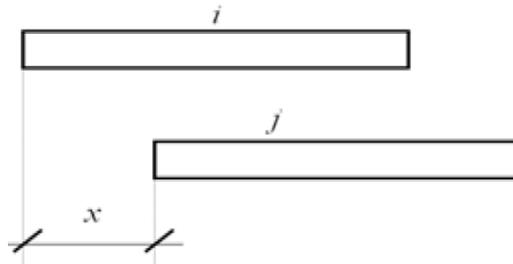
Gambar 3.9 *Start to Start* (SS)

- a) $SS_{ij} = 0$, artinya kegiatan i dan j dimulai secara bersama-sama



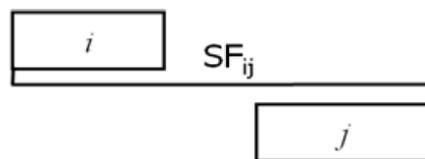
Gambar 3.10 *Start to Start*, $SS_{ij} = 0$

- b) $SS_{ij} = x$, artinya kegiatan j dimulai setelah x hari kegiatan i dimulai



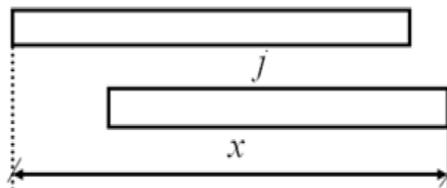
Gambar 3.11 *Start to Start*, $SS_{ij} = x$

4. *Start to Finish* (SF) yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*Finish*) kegiatan berikutnya (*Successor*) tergantung pada mulainya (*Start*) kegiatan sebelumnya (*Predecessor*).



Gambar 3.12 *Start to Finish* (FS)

- a) $SF = x$, artinya kegiatan j selesai setelah x hari kegiatan i dimulai



Gambar 3.13 *Start to Finish*, $SF = x$

Untuk kegiatan *Finish to Finish* (FF) dan *Finish to Start* (FS) tenggang waktu/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut “*Lag time*”. Sedangkan, untuk kegiatan *Start to Start* (SS) dan *Start to Finish* (SF), waktu tenggang/waktu tunda untuk kegiatan berikutnya disebut “*lead time*” (Faisol, 2010).

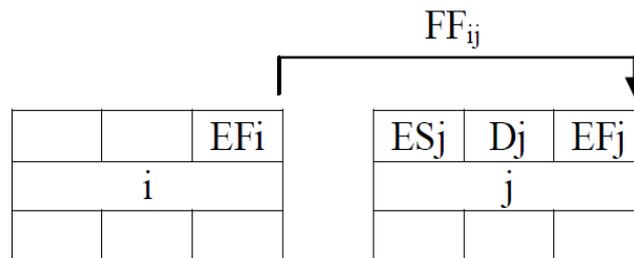
3.2.1 Perhitungan PDM (*Precedence Diagramming Method*)

Pada dasarnya perhitungan PDM sama dengan CPM, yaitu menggunakan perhitungan ke muka (*forward pass*) untuk menentukan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Dan menggunakan perhitungan ke belakang (*backward pass*) untuk menentukan *Latest Finish* (LF) dan *Latest Start* (LS) berdasarkan hubungan logis/ketergantungan yang ada antar kegiatan.

Pada *Precedence Diagram Method* digambarkan adanya empat jenis hubungan antar aktivitas, yaitu *start to start*, *start to finish*, *finish to start* dan *finish to finish*. Digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian node.

1. Perhitungan ke Muka (*Forward Pass*)

a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)

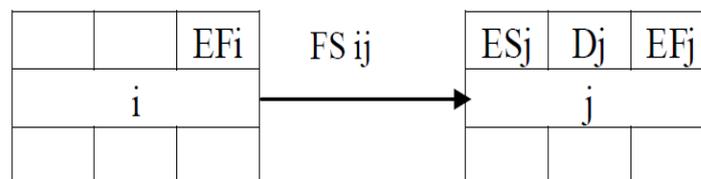


Gambar 3.14 Hubungan ke Muka Kegiatan FF

$$EF_j = EF_i + FF_{ij}$$

$$ES_j = EF_j - D_j$$

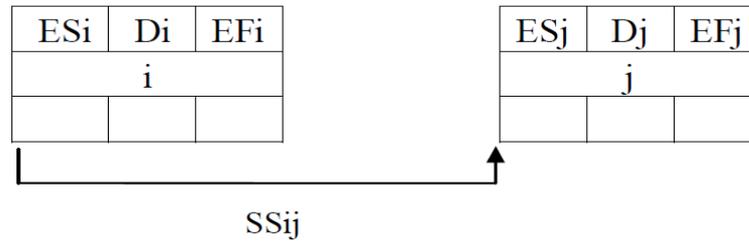
b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)



Gambar 3.15 Hubungan ke Muka Kegiatan FS

$$ES_j = EF_i + FS_{ij}$$

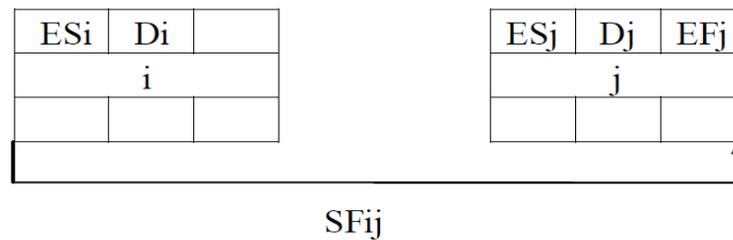
$$EF_j = ES_j + D_j$$

c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)

Gambar 3.16 Hubungan ke Muka Kegiatan SS

$$ES_j = ES_i + SS_{ij}$$

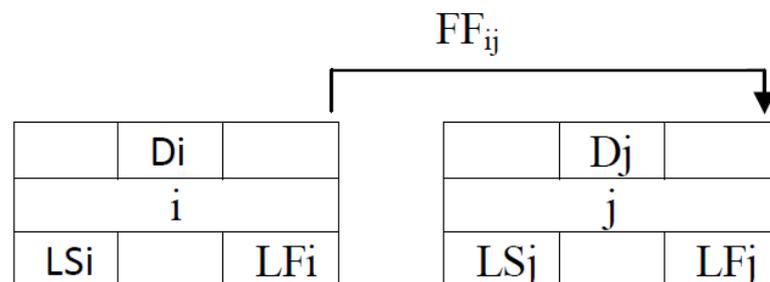
$$EF_j = ES_j + D_j$$

d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

Gambar 3.17 Hubungan ke Muka Kegiatan SF

$$EF_j = ES_i + SF_{ij}$$

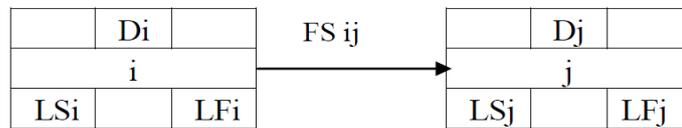
$$ES_j = EF_j - D_j$$

2. Perhitungan ke Belakang (*Backward Pass*)a) Hubungan Kegiatan *Finish to Finish* (FF)

Gambar 3.18 Hubungan ke Belakang Kegiatan FF

$$LF_i = LF_j - FF_{ij}$$

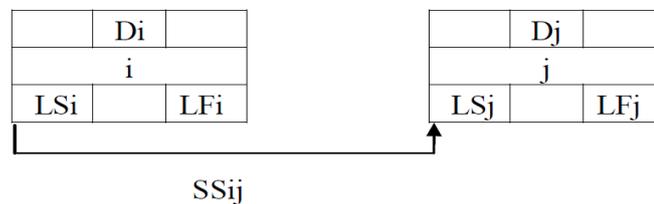
$$LS_i = LF_i - D_i$$

b) Hubungan Kegiatan *Finish to Start* (FS)

Gambar 3.19 Hubungan ke Belakang Kegiatan FS

$$LF_i = LS_j - FS_{ij}$$

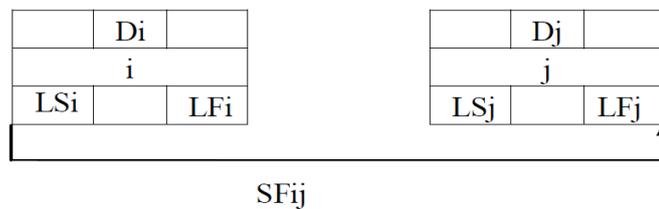
$$LS_i = LF_i - D_i$$

c) Hubungan Kegiatan *Start to Start* (SS)

Gambar 3.20 Hubungan ke Belakang Kegiatan SS

$$LS_i = LS_j - SS_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

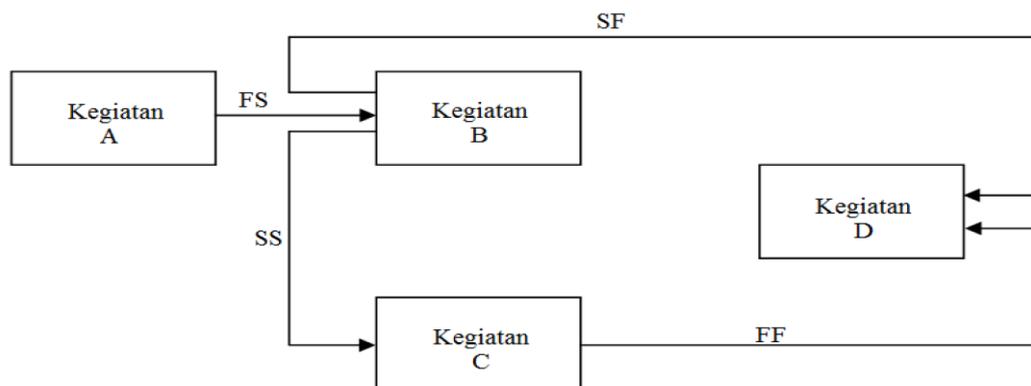
d) Hubungan Kegiatan *Start to Finish* (SF)

Gambar 3.21 Hubungan ke Belakang Kegiatan SF

$$LS_i = LF_j - SF_{ij}$$

$$LF_i = LS_i + D_i$$

Pada perhitungan PDM ini, jika perhitungan ke muka ada lebih satu kegiatan *predecessor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan (FF,FS,SS,SF) maka ES dan EF di ambil yang maksimum. Namun, untuk perhitungan ke belakang jika ada lebih kegiatan *successor* yang hubungan ketergantungan (konstrain) berlainan, maka LS dan EF diambil yang minimum. (Faisol, 2010)



Gambar 3.22 Hubungan Aktivitas dalam Metode PDM

(Sumber: Budiono, 2006)

3.3 ANALISIS PENJADWALAN (*RESCHEDULING*) WAKTU PROYEK

Suatu proyek dikatakan berhasil apabila ditinjau dari segi ekonomis, proyek tersebut dilaksanakan secara efektif dan efisien. Dengan kata lain, proyek dapat terhindar dari segala macam pemborosan yang nantinya dapat berpengaruh pada keuntungan yang ingin dicapai. Salah satu hal yang dapat menyebabkan timbulnya pemborosan tersebut adalah lamanya durasi pelaksanaan proyek. Dengan adanya penjadwalan ulang diharapkan proyek tersebut efisien dan efektif penjadwalannya. Melalui evaluasi ini, diharapkan pelaksanaan proyek lebih efektif dan efisien dapat tercapai. Dengan semakin singkatnya waktu proyek, maka segala macam pemborosan yang terjadi dapat diminimalkan dan keuntungan yang ingin dicapai dapat dioptimalkan (Setiawan, 2008).

Sebelum *reschedule*, sebaiknya kurva S dianalisis terlebih dahulu untuk mengetahui penyebab keterlambatan proyek. Jika sudah ditemukan beberapa penyebab utama keterlambatan proyek maka bisa dilakukan *reschedule* untuk mengantisipasinya. Fungsi dari *time schedule* adalah mengatur pelaksanaan proyek sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan. Keterlambatan pekerjaan proyek adalah permasalahan utama dari sebuah manajemen proyek. Keterlambatan proyek bisa berakibat kepada kualitas pekerjaan, durasi pekerjaan menjadi lebih lama, biaya menjadi membengkak, dan proyek pun akan berhenti. Salah satu cara mengatasi keterlambatan proyek adalah *reschedule* proyek,

memperbaiki metode kerja, efisiensi sisa pekerjaan, dan meningkatkan kualitas SDM (Setiawan, 2008).

Ada beberapa penyebab mengapa proyek harus di *reschedule* atau mengalami keterlambatan diantaranya pengiriman material yang sering terlambat, masalah sosial/tetangga, masalah keuangan yang tidak lancar, kekurangan tenaga kerja, spesifikasi material yang belum diputuskan oleh perencana dan owner, dan sebagainya. Dalam metode swakelola sangat berbeda dengan sistem kontraktor. Pada sistem swakelola ada kalanya banyak material-material arsitektural/interior yang belum diputuskan oleh owner. Biasanya owner menganggap material bisa diputuskan saat proyek sudah berjalan namun justru akan mengganggu proses pelaksanaan sehingga terjadi keterlambatan proyek yang harus di *reschedule* lagi. Tidak semua proyek yang mengalami keterlambatan harus di *reschedule*. Hanya proyek-proyek tertentu yang memiliki ciri-ciri harus di *reschedule* yang akan dijadwalkan ulang. Berikut ciri-ciri proyek yang harus di *reschedule* (Maheswari, 2010):

1. Proyek mengalami minus pekerjaan hingga lebih dari 10% sehingga tidak mungkin lagi mengejar proses pekerjaan hingga mempunyai deviasi plus.
2. Terjadi keterlambatan material-material besar yang mempunyai nilai anggaran tinggi.
3. Progres realisasi tiap minggunya hanya kurang dari $\frac{1}{4}$ progres rencana.
4. Perubahan spesifikasi material besar dan desain bangunan secara mendadak. Perubahan spesifikasi material akan berakibat pada kemunduran proyek karena untuk mencari vendor baru memerlukan waktu yang lama lagi.
5. Terjadi kecurangan dalam manajemen proyek. Misalkan adanya oknum staf proyek yang menyalahgunakan uang yang akan digunakan untuk pelaksanaan proyek sehingga terjadi kendala dalam pembiayaan.
6. Terjadi kecurangan dalam jumlah besar tenaga kerja tukang dan kenek.
7. Terjadi *force major* yang diluar dugaan seperti bencana alam, krisis ekonomi dan sebagainya.

Jadwal yang sudah dianalisis untuk *di-reschedule* agar dapat mengoptimalkan efektif dan efisiensi. Berikut beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk *re-schedule* kurva S:

1. Dihitung berapa persen keterlambatan berdasarkan progres rencana dan progres realisasi pada kurva S.
2. Dianalisis analisis penyebab keterlambatan proyek dan ditulis dengan poin-poin yang jelas.
3. Jika sudah diketahui dengan jelas penyebab dari keterlambatan, maka dipastikan terlebih dahulu pada *re-schedule* yang baru tidak akan terulang kembali.
4. Ditentukan waktu mulai *re-schedule* pada kurva S.
5. Dientukan waktu selesai *re-schedule* pada kurva S.