

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum (Manajemen Proyek)

Proyek merupakan upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. (Dipohusodo, 1996)

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horisontal. (Soeharto, I., 1997).

Penjadwalan dan pengendalian proyek adalah bagian penting dari manajemen proyek konstruksi dalam mencegah keterlambatan proyek. Keterlambatan suatu pekerjaan dalam proyek merupakan efek kombinasi dari ketergantungan antar pekerjaan dan variabilitas dalam proses. Variabilitas yang cukup tinggi dalam proses konstruksi dapat mengakibatkan terjadinya aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (waste).

2.2 Metode Monte Carlo

2.2.1 Definisi

Metode Monte Carlo adalah metode yang menganalisis perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau *error* mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan.

Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki. (Rubinstein, 1981)

Metode Monte Carlo pertama-tama dikembangkan oleh J. E. Warren dari Gulf Oil Corporation (Warren, 1980-1984, personal communication). Simulasi Monte Carlo adalah simulasi statistik yang khusus menggunakan bilangan acak (random) sebagai parameter masukan (input). Karena simulasi ini dikembangkan dari bentuk distribusi statistik yang ada, maka hasil atau keluaran dari model ini juga akan membentuk suatu distribusi. Distribusi tersebut adalah dapat berupa distribusi segiempat (seragam), segitiga,

dan histogram. Jenis distribusi yang paling sering dipergunakan untuk simulasi Monte Carlo adalah jenis segitiga.

2.2.2 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo melibatkan penggunaan angka acak untuk memodalkan sistem, dimana waktu tidak memegang peranan substantif (model statis). Pembangkitan data buatan (*artificial data*) dengan menggunakan pembangkit angka acak (*pseudo random numbers generator*) dan sebaran kumulatif yang menjadi *interest*. Perhitungan awal simulasi Metode Monte Carlo menggunakan program komputer microsoft excel adalah membangkitkan angka random dari data yang diinput untuk kemudian diiterasi dan dihitung nilai deviasi standar, varian dan *error* untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah pada penelitian ini, maka dari itu kita harus mengetahui definisi dari yang disebut di atas.

2.2.2.1 Standar Deviasi

Menurut Made Suyana Utama (2009:43), standar deviasi adalah standar penyimpangan data dari rata-ratanya. Standar deviasi untuk populasi dilambangkan dengan σ^2 dan untuk sampel dinotasikan s^2 .

Menurut Sri Murni Dewi et al. (2008:66), standar deviasi didapat dari :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum x_i^2 - n\bar{x}^2)} \quad (2-1)$$

Keterangan : s^2 = varian
 s = standar deviasi (simpangan baku)
 x_i = nilai x ke- i
 \bar{x} = rata-rata
 n = ukuran sampel

2.2.2.2 Iterasi

Iterasi adalah sifat tertentu dari algoritma atau program komputer dimana suatu urutan atau lebih dari langkah algoritmik dilakukan di loop program. Di dalam matematika, iterasi dapat diartikan sebagai suatu proses atau metode yang digunakan berulang-ulang (pengulangan) dalam menyelesaikan permasalahan matematik. Menurut (Adnan Fadjar, 2008:224), penentuan berapa banyak iterasi yang dihitung dengan Persamaan (2.2) :

$$N = \left(\frac{3\sigma}{E}\right)^2 \quad (2-2)$$

Keterangan : N = jumlah iterasi
 σ = standar deviasi
 E = *absolute error*

2.2.2.3 Distribusi Triangular

Distribusi triangular merupakan salah satu distribusi peluang kontinu dengan 3 parameter yaitu nilai minimum a dengan $a \in (-\infty, \infty)$, nilai maksimum b dengan $b > a$ dan nilai yang paling mungkin m dengan $a \leq m \leq b$. Lambang dari distribusi ini adalah $Tr(m, a, b)$. Misalkan X adalah suatu peubah acak yang berdistribusi Triangular dengan parameter a , b , dan m , maka X dapat ditulis dengan lambang $X \sim Tr(m, a, b)$ (Apryani Ribety. 2009).

Sehingga langkah-langkah secara umum dalam simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut :

1. Mencari standar deviasi dengan data asli minimum dan maksimum.
2. Mencari rata-rata dari data asli minimum dan maksimum.
3. Mencari standar *absolute error*.
4. Mencari iterasi dengan rumus Persamaan (2.10).
5. Kemudian membangkitkan angka random sebanyak jumlah iterasi.
6. Mencari mean, minimum dan maksimum dari angka random.

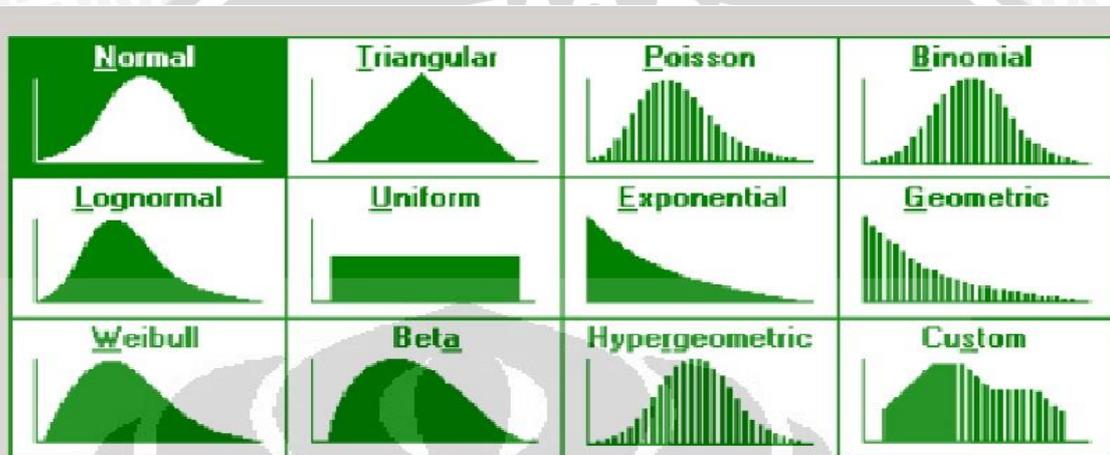
2.3 Crystal Ball Software (Oracle, 2011)

Crystal Ball adalah sebuah perangkat lunak dalam Microsoft Excel yang menyediakan fasilitas untuk mengaplikasikan Simulasi Monte Carlo dan analisis rangkaian waktu, peramalan, optimasi dan analisis pilihan nyata. Simulasi Monte Carlo adalah sebuah metode ketidakpastian yang terkait dengan menggunakan model simulasi di komputer. Simulasi tersebut mengaitkan dengan ratusan sampai ribuan replikasi dari sebuah model dimana variabel-variabel ketidakpastian digantikan dengan angka-angka yang dihasilkan dari distribusi yang tepat untuk mempresentasikan bentuk dari ketidakpastian dari variabel terkait. Secara umum *Crystal Ball* melakukan simulasi Monte Carlo dalam tiga tahap :

1. Input : memasukkan (1) variabel tetap, yaitu satu atau lebih nilai tetap yang menjadi acuan untuk menentukan hasil simulasi dan (2) variabel yang

mengandung unsur ketidakpastian (distribusi probabilitas), yaitu satu atau lebih nilai dimana faktor ketidakpastian dan didefinisikan dengan bentuk distribusi probabilitas statistik termasuk data historis.

2. Proses : memasukkan formula atau rumus (yang dapat lebih dari satu untuk setiap pemodelan) untuk menghitung suatu nilai output berdasarkan variabel yang telah ditentukan.
3. Output : hasil simulasi berupa (diagram) perkiraan (*forecast*) yaitu besarnya peluang terjadinya suatu nilai hasil perhitungan dan ringkasan statistik, yaitu data statistik yang dapat digunakan untuk menganalisis hasil perhitungan.



Gambar 2.1 Macam-macam bentuk grafik probabilitas

Sumber : Oracle Crystal Ball Software, 2011



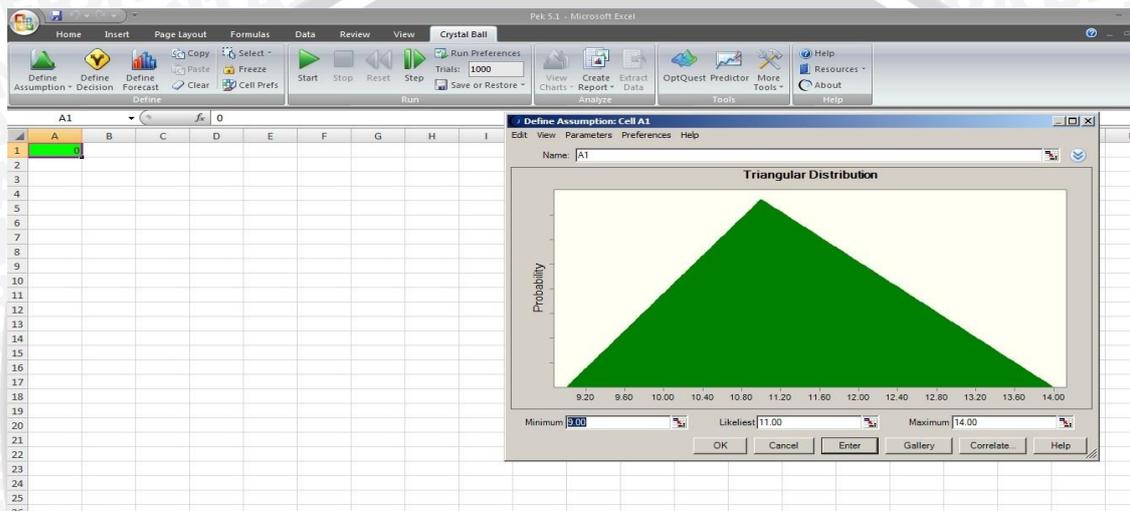
No.	Keterangan	No.	Keterangan
1	Mendefinisikan cell asumsi	6	Menjalankan secara bertahap
2	Mendefinisikan cell perkiraan	7	Jendela hasil perkiraan
3	Pilihan simulasi	8	Analisa sensitivitas
4	Menjalankan simulasi	9	Membuat laporan statistik
5	Memberhentikan simulasi	10	Bantuan

Gambar 2.2 Toolbar Crystal Ball

Sumber : Oracle Crystal Ball Software, 2011

Berikut contoh simulasi Monte Carlo dengan menggunakan *software Crystal Ball* pada estimasi durasi proyek sederhana :

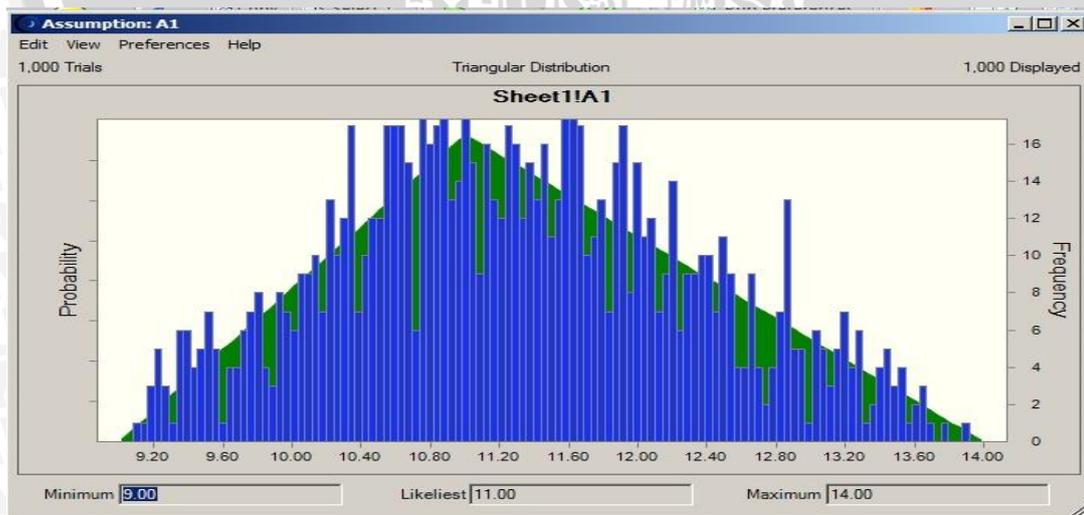
1. Menentukan input data.
2. Menentukan formula yang akan digunakan pada data contoh seperti pada data dibawah digunakan rumus penjumlahan durasi yang diwarnai dengan warna biru.
3. Memilih *Define Forecast* pada taskbar untuk mensimulasikannya.



Gambar 2.3 Input Data

Sumber : Oracle Crystal Ball Software, 2011

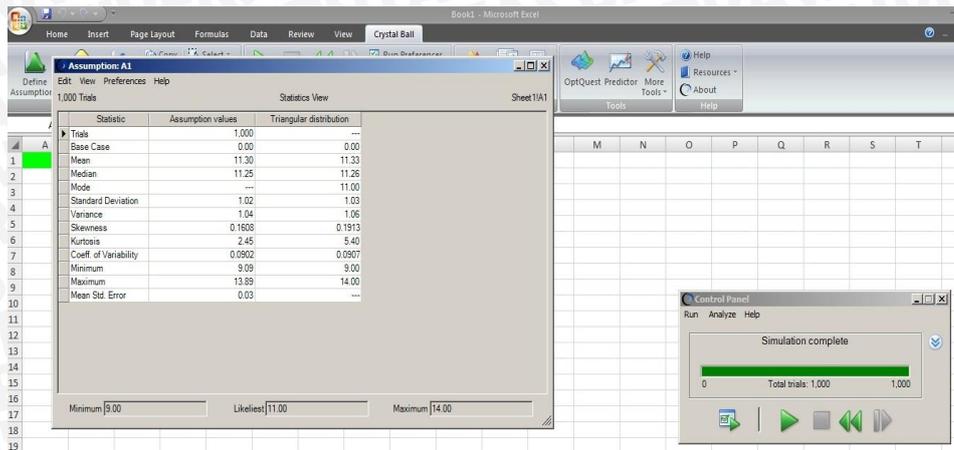
Maka didapat hasil dalam tampilan grafik seperti berikut ini :



Gambar 2.4 Grafik Total Durasi Pada 1 Item Pekerjaan

Sumber : Oracle Crystal Ball Software, 2011

Kemudian berikut detail hasil perhitungan simulasi yang didapat :



Gambar 2.5 Hasil Perkiraan Durasi 1 Item Pekerjaan Proyek

Sumber : Oracle Crystal Ball Software, 2011

2.4 Keterkaitan Siklus Hidup Proyek dengan Microsoft Project

Microsoft Project (Ms. Project) adalah perangkat lunak manajemen proyek untuk membantu dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran dan menganalisis beban kerja. Microsoft Project merupakan alat pengelolaan proyek yang *powerfull*. Microsoft Project sepiantas merupakan gabungan antara *spreadsheet* grafik dan *database*. Microsoft Project sendiri memiliki beberapa versi yang digunakan pada saat ini, baik itu versi 2000, 2002, 2007, 2010, 2013 dan seterusnya.

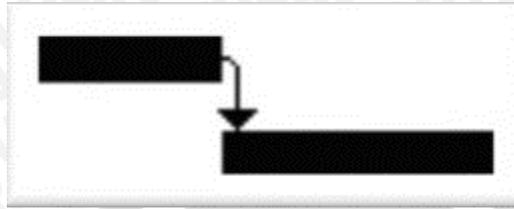
2.4.1 Gantt Chart

Ganttchart adalah sekumpulan aktifitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horisontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horisontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horisontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992).

2.4.2 Hubungan Logika Dalam Microsoft Project Professional 2013

4 tipe ketergantungan tugas (*Task*) yang digunakan dalam Ms. Project :

- Finish-to-start (FS) : penyelesaian sebuah tugas memicu awal tugas lain.



Gambar 2.6 Hubungan Logis Finish to Start

Sumber : Azka, 2013

- Start-to-Start (SS) : awal sebuah tugas memicu sebuah awal tugas lain.



Gambar 2.7 Hubungan Logis Start to Start

Sumber : Azka, 2013

- Finish-to-finish (FF) : dua tugas harus selesai pada waktu bersamaan.



Gambar 2.8 Hubungan Logis Finish to Finish

Sumber : Azka, 2013

- Start-to-finish (SF) : awal sebuah tugas menandakan selesainya tugas lain.



Gambar 2.9 Hubungan Logis Start to Finish

Sumber : Azka, 2013

Disamping 4 hubungan logis tersebut, ada hubungan lain yang sifatnya turunan. Hubungan dicirikan dengan adanya penekanan waktu (*lead time*) atau penguluran waktu (*lag time*). Berikut contoh gambaran dengan hubungan Finish to Start dengan *lead time* :



Gambar 2.10 Hubungan FS+3

Sumber : Azka, 2013

Maksud dari simbol FS+3 adalah hubungan antara kedua tugas Finish to Start dengan penguluran waktu 3 hari. Berikut contoh gambaran dengan hubungan Finish to Start dengan *lag time* :



Gambar 2.11 Hubungan FS-3

Sumber : Azka, 2013

Maksud dari simbol FS-3 adalah hubungan antara kedua tugas Finish to Start dengan penekanan waktu 3 hari.

2.4.3 Istilah-istilah Dalam Microsoft Project Professional 2013

- Task (tugas)

Task merupakan lembar kerja yang berisi tentang rincian pekerjaan. Jenis pekerjaan dalam suatu proyek sering disebut dengan istilah *task*. Jenis pekerjaan ini ada yang bersifat global, bahkan sampai pada rincian pekerjaan yang bersifat detail.

- Duration (Durasi)

Duration adalah jangka waktu atau lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Satuan waktu disini terbagi atas:

minutes (mi) : menit

hours (h) : jam

days (d) : hari

weeks (w) : minggu

months (mo) : bulan

- Start (Mulai)
Start adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal awal atau dimulainya suatu proyek tertentu.
- Finish (Selesai)
Finish adalah suatu nilai yang menyatakan tanggal akhir atau diakhirinya suatu proyek tertentu. Pengisiannya dilakukan secara otomatis setelah ditentukan durasi pekerjaan.
- Predecessor
Predecessor adalah hubungan keterkaitan antar pekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sebelumnya.
- Resources
Resources penggunaan sumber daya baik sumber daya manusia maupun material dalam Microsoft Project disebut dengan resources.
- Successor
Merupakan hubungan keterkaitan antar pekerjaan, yaitu suatu keterhubungan antara suatu pekerjaan dengan pekerjaan sesudahnya.
- Cost
Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek, yang meliputi biaya sumber daya personil maupun nonpersonil, yang sifatnya biaya tetap maupun biaya variabel. Dapat dihitung perjam, harian, mingguan, bulanan, maupun borongan.
- Gantt Chart
Adalah bentuk tampilan dari hasil kerja Microsoft Project dalam bentuk batang horisontal yang menggambarkan masing-masing pekerjaan beserta durasinya. Selain itu, grafik ini menunjukkan hubungan antara pekerjaan yang satu dengan yang lain.
- PERT (Program Evaluation Review Technique) CHART
Pert Chart adalah grafik yang ditampilkan dalam bentuk kotak (mode) yang merepresentasikan nama pekerjaan, start & finish pekerjaan, serta hubungan atau keterkaitan antar-*task*.
- Baseline
Baseline adalah suatu bentuk perencanaan (*scope, time/schedule, cost*) yang telah disetujui dan ditetapkan dalam suatu proyek. Digunakan sebagai acuan dan perbandingan antara rencana kerja yang dipunyai dengan kenyataan di lapangan.

- Tracking

Tracking adalah bentuk penelusuran atau peninjauan antara hasil kerja yang dilakukan di lapangan dengan rencana awal suatu proyek, sehingga bisa membandingkan rencana dasar dengan kenyataan di lapangan.

- Milestone

Milestone adalah suatu bentuk penanda pekerjaan, yang menunjukkan bahwa pekerjaan yang dimaksud telah selesai. Digambarkan dengan nilai durasi 0.

2.5 Kurva “S” (*Hannum Curve*)

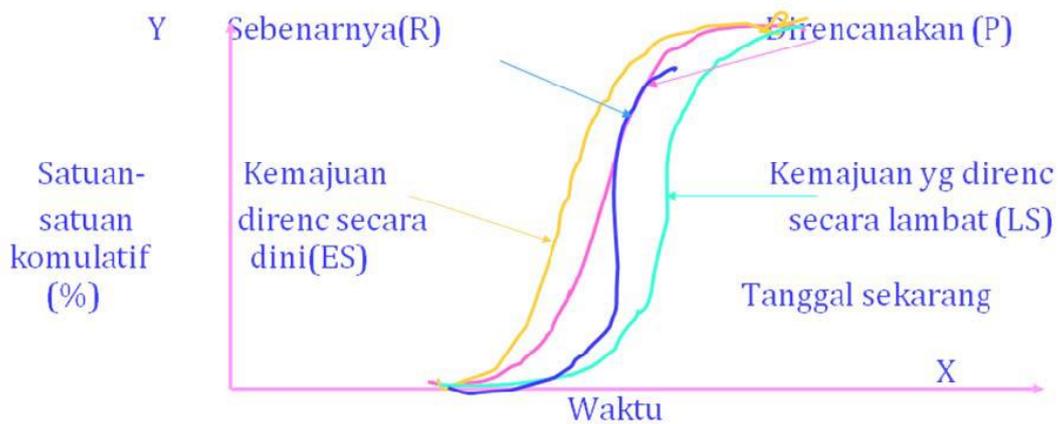
Kurva S merupakan salah satu teknik pengendalian kemajuan proyek dengan memakai kombinasi kurva “s” dan tonggak kemajuan (milestone). Milestone adalah titik yang menandai suatu peristiwa yang dianggap penting dalam rangkaian pelaksanaan pekerjaan proyek. Peristiwa itu dapat berupa saat mulai atau berakhirnya pekerjaan. Titik milestone ditentukan pada waktu menyiapkan perencanaan dasar yang sebagai tolak ukur kegiatan pengendalian proyek.

Kurva prestasi atau kurva “s” berupa gambar hubungan atau penjumlahan antara kemajuan pelaksanaan pekerjaan secara kumulatif (dalam persen 0% - 100%) pada sumbu Y dan waktu pelaksanaan pekerjaan. Pada sumbu X atau suatu kemajuan kumulatif pekerjaan terhadap waktu pelaksanaan.

Untuk menyusun kurva S, sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu jadwal dari masing - masing kegiatan, bobot (persentase) dari kegiatan tersebut hingga distribusinya. Kurva yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horisontal sebagai waktu kalender masing-masing dari angka 0 sampai 100 ini, umumnya akan berbentuk huruf S. Penyebab terjadinya huruf S di dalam kurva dikarenakan kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

- a. Kemajuan pada awalnya bergerak lambat.
- b. Diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
- c. Akhirnya kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.

Kurva S sangat cocok untuk dipakai sebagai laporan proyek bulanan yang berlangsung dan kepada pimpinan proyek maupun pimpinan perusahaan karena kurva ini dapat dengan jelas menunjukkan kemajuan proyek dalam bentuk yang mudah dipahami.



Gambar 2.12 Contoh Kurva S

Sumber : Ardila, Muhammad F. 2012.

Cara menggambar kurva S sebagai berikut:

1. Menentukan ketergantungan dari masing-masing kegiatan yang terlibat dalam proyek.
2. Menentukan jadwal dari masing-masing kegiatan tersebut.
3. Menghitung bobot (presentase), dari masing-masing kegiatan tersebut, yaitu perbandingan antara biaya masing-masing kegiatan tersebut dengan biaya total.
4. Mendistribusikan bobot kegiatan tersebut (secara merata), yaitu dengan membagi bobot dengan durasi masing-masing kegiatan tersebut, sehingga diperoleh bobot persatuan waktu.
5. Menjumlahkan bobot kegiatan yang terdistribusi tersebut secara komulatif untuk setiap satuan waktu, yaitu dari waktu permulaan proyek sampai dengan waktu penyelesaian proyek.
6. Menuliskan nilai hasil penjumlahan tersebut pada bagian bawah diagram batang.
7. Plot titik titik pada diagram batang sesuai dengan nilai hasil penjumlahan untuk masing-masing waktunya.
8. Menghubungkan titik titik yang sudah diplot tersebut maka diperoleh kurva S.

