

BAB 14

PENJADWALAN

14.1. PENDAHULUAN

Perkiraan yang sudah diperhitungkan di dalam Bab 13 adalah banyaknya orang per-hari dari usaha yang akan diperlukan untuk membuat proyek. Hal ini disebut waktu sebenarnya (*direct time*).

Dalam bab 13 kita lihat bahwa langkah-langkah sebenarnya dalam perencanaan sebuah proyek adalah :

1. Perencana (biasanya PM dan PL dalam suatu proyek kecil dan menengah) menjelaskan rincian struktur kerja (WBS). Seseorang atau kelompok diberi tanggung jawab untuk setiap kegiatan pada tingkat rendah.
2. Tanggung jawab kelompok memperkirakan kegiatan-kegiatan di tingkat rendah pada seseorang atau penggunaan hari yang berjalan.
3. Tanggung jawab kelompok juga menunjukkan kegiatan sebelumnya yang diperlukan untuk setiap tugas, dan menyarankan sumber yang diperlukan untuk tugas tersebut.
4. Perencana menggambarkan aktifitas jaringan kerja, biasanya dalam bentuk diagram PERT.
5. PM mengoptimalkan jaringan kerja dengan menyediakan sumber untuk setiap kegiatan.
6. PM menghasilkan jadwal kegiatan-kegiatan.

Bab ini merinci langkah 4, 5 dan 6, jaringan kerja dan jadwal.

14.2. DIAGRAM PERT (*THE PERT CHART*)

Pada awalnya PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) yang sederhana digunakan untuk menjelaskan kegiatan yang berurutan dengan menggunakan serangkaian anak panah, seperti gambar 14.1.

Lihat Gambar 14.1 A PERT chart

Masing-masing anak panah mewakili satu kegiatan dan diberi label dengan nama kegiatan tersebut, contohnya A, B, dan seterusnya. Jika suatu kegiatan tidak dapat dimulai sebelum aktifitas sebelumnya selesai, buntut dari anak panah kegiatan kedua (pengganti) diletakan pada kepala dari yang sebelumnya. Pada gambar 14.1, sebagai contoh, E tidak dapat dimulai sebelum D selesai, G tidak dapat dimulai sebelum C dan F keduanya selesai. Titik awal dan akhir disebut **node** dan diberi angka. Diagram dalam gambar 14.1 kelihatan tidak punya arti, tetapi berguna untuk menggambarkan suatu PERT untuk ukuran proyek apapun, karena hal itu memaksa anda untuk menganalisis sederetan kegiatan.

PERT juga menunjukkan kegiatan yang berjalan secara serentak. Sederetan kegiatan seperti A – B – C – G disebut suatu jalur (**path**). Jika ada jalur atau bagian jalur yang berjalan secara paralel, seperti jalur B – C dan jalur D – E – F, maka kegiatan B dan C dapat dikerjakan secara serentak dengan kegiatan D, E dan F.

Jalur Kritis (*The Critical Path*)

Suatu pembuktian yang luas dari diagram PERT di atas dapat dicapai dengan mencantumkan lamanya tugas masing-masing pada PERT, seperti pada gambar 14.2.

Lihat Gambar 14.2. A Pert chart with duration in day

Jalur terpanjang dalam jaringan kerja, dihitung dengan menambahkan lamanya waktu sepanjang jalur. Sebagai contoh, pada gambar 14.2 jalur paling atas (A-B-C-G) adalah 26 hari, dan jalur bawah (A-D-E-F-G) adalah 25 hari, menjadikan jalur paling atas itu jalur kritis (CP).

Garis ganda menunjukkan CP lengkap. Mengetahui jalur kritis merupakan hal penting bagi PM. Jika suatu kegiatan pada CP meleset (membutuhkan waktu lebih lama dari yang direncanakan) maka tanggal pengiriman proyek akan meleset.

Float atau Slack

Suatu periode waktu dimana kegiatan dapat meleset tetapi tidak mempengaruhi CP dan tanggal pengiriman.

Sebagai contoh, pada gambar 14.2, kegiatan-kegiatan D, E, dan F diantara mereka terdapat 1 hari *float* (Perhitungan : kegiatan-kegiatan CP pada B dan C membutuhkan waktu 11 hari; secara bersamaan kegiatan-kegiatan di luar CP pada D, E, dan F membutuhkan waktu 10 hari, $11 - 10 = 1$ hari untuk *float*). Setiap kegiatan pada D, E, atau F, atau ketiganya secara bersamaan akan memakan waktu sehari lebih lama dan tetap tidak berpengaruh pada CP.

Float Bebas dan Float Total (*Free Float & Total Float*)

Diagram PERT pada gambar 14.3 menunjukkan kegiatan CP dari modul program A dan modul tes A dikerjakan oleh Programmer 1. Kegiatan pada jalur utama, modul program B dan modul tes B, dikerjakan oleh Programmer 2 memakan waktu 5 hari *float*. Kegiatan – kegiatan pada jalur bawah, modul program C, modul tes C dan penggabungan dikerjakan oleh Programmer 3 dan Pimpinan Proyek. Jalur bawah membutuhkan waktu 5 hari *float*.

Lihat Gambar 14.3. Free float and total float

Total Float adalah waktu total *float* dimana kegiatan sebelumnya berpengaruh pada CP.

Free Float adalah waktu *float* dimana kegiatan sebelumnya tidak berpengaruh pada kegiatan lainnya.

Project float (beberapa *float* pada beberapa kegiatan) adalah hal yang dimiliki Manajer proyek untuk digunakan sebagai kebijaksanaannya. Beberapa Manajer proyek kadang melangkah terlalu jauh dengan tidak memberikan informasi tentang kegiatan-kegiatan *float*nya.

Kegiatan Dummy (*Dummy Activities*)

Sejauh ini diagram PERT digambarkan sebagai kegiatan dalam format anak panah. Penarikan mundur yang utama pada bentuk PERT ini adalah dibutuhkan untuk kegiatan *dummy*. Sebagai contoh, pada gambar 14.4A kita mempunyai kegiatan B, C dan D – F yang semuanya dimulai pada titik yang sama dan berakhir pada titik yang sama.

Lihat Gambar 14.4A A PERT chart

Akan lebih baik untuk mempunyai titik awal dan/atau titik akhir yang unik untuk masing-masing kegiatan. Sebagai contoh, jika seseorang menunjuk kegiatan diantara titik 2 dan 3, hal ini tidak jelas kegiatan mana yang dimaksud. Kegiatan ini akan membingungkan ketika jaringan kerjanya adalah komputer. Gambar 14.4A biasanya digambarkan kembali seperti gambar 14.4B. Disini semua kegiatan digambarkan dengan pasangan titik awal – akhir yang unik. Kegiatan diantara titik 3 dan 4 tidak ada atau ***dummy*** (kegiatan fiktif) dengan waktunya nol dan digambarkan sebagai garis terputus.

Lihat Gambar 14.4B A PERT chart with dummy

Kegiatan pada Titik atau Jaringan kerja yang diutamakan (*Activity on Node or Precedence Network*)

Aktivitas pada titik atau jaringan kerja yang diutamakan adalah bentuk lain dari diagram PERT. Gambar 14.5 mempunyai proyeksi yang sama dengan gambar 14.4, digambar seperti kegiatan pada titik PERT.

Lihat Gambar 14.5. Activity on node PERT

Titik-titik diberi nama dengan nama tugas, dan bebas menentukan lamanya tugas.

14.3. PENEMPATAN SUMBER (*RESOURCE ALLOCATION*)

Jika anda mengerjakan rencana secara manual, diagram PERT merupakan diagram yang paling baik digunakan untuk menggambarkan lokasi sumber. Diagram untuk sebuah proyek software seperti pada gambar 14.6.

Lihat Gambar 14.6. PERT ignoring resources

Langkah selanjutnya adalah menggambar ulang diagram PERT dengan mengambil sumber dan memasukkannya ke dalam perhitungan.

Penempatan Sumber Daya Manusia (*Allocating Human Resources*)

Jaringan pada gambar 14.6 mempunyai 10 kegiatan yang dikerjakan serentak pada satu waktu, yang mungkin menjadi pilihan jika anda mempunyai 10 programmer yang handal (atau satu programmer yang dapat menyelesaikan 1/10 dari waktunya untuk setiap orang).

Penempatan sumber daya manusia sangat subyektif dan tergantung pada kemampuan mereka, tetapi ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan :

- Penentuan tugas kepada seseorang disesuaikan dengan tingkat kemampuan individualnya. Jangan memberikan tugas yang mudah kepada para ahli, jangan memberikan tugas yang rumit kepada para pemula.
- Berikan tugas yang hampir sama pada orang yang sama. Hal ini akan mengurangi waktu untuk mempelajarinya.
- Berikan tugas penting pada orang yang anda percaya. Yang disebut orang kepercayaan bukan hanya orang yang bisa menyelesaikan suatu tugas dalam waktu 3 hari, namun pada kenyataannya penyelesaiannya membutuhkan waktu sekitar 5

sampai 10 hari. Orang yang dapat dipercaya itu adalah orang yang bila berkata dapat menyelesaikan suatu tugas selama 3 hari, maka selama itu jugalah tugas tersebut selesai.

- Berikan tugas yang memerlukan komunikasi pada satu orang yang sama untuk menekan interaksi antar manusia.
- Jangan lupa bahwa pimpinan proyek membutuhkan waktu untuk mengawasi, khususnya pada saat awal proyek.

Tingkatkan sumber daya yang ada sebanyak mungkin. Lebih baik tetap mempertahankan 3 programmer dalam kesibukan selama 5 minggu berjalan, daripada mempekerjakan 5 programmer selama seminggu, tidak satupun orang untuk minggu berikutnya, 3 orang untuk minggu berikutnya, dan 7 orang untuk minggu selanjutnya.

Diagram PERT pada gambar 14.7 adalah pengulangan gambar 14.6 dengan penentuan sumber daya. Waktu yang dicapai untuk setiap tugas akan lebih singkat jika lebih dari satu sumber daya yang ditugaskan.

Lihat Gambar 14.7. Resources allocated

Keputusan penempatan staf dapat ditetapkan berdasarkan hal berikut : P1 (Programmer 1) mempunyai kemampuan menangani proyek, tetapi P2 dan P3 hanya dapat menangani proyek dalam waktu yang lebih pendek. Modul A, B dan C merupakan modul yang paling sulit namun mempunyai kesamaan, sehingga Pimpinan Proyek (PL) dapat membantu P2 untuk membuat semua kode. Dengan adanya PL dalam CP akan mengurangi stres PM. P1 merupakan seorang senior yang mampu bekerja sendiri dengan serius, P3 adalah pemula yang disertai menangani dokumentasi (sesuatu yang tidak adil). Catatan bahwa setiap orang bekerja pada jangka waktu yang berdekatan.

Mengurangi (?) Lamanya Tugas dengan Menambah Tenaga Kerja (*Reducing (?) Task Duration by Adding Manpower*)

Menambah tenaga kerja dalam suatu tim tidak perlu mengurangi lamanya tugas-tugas. Peraturan suatu industri yang sangat menonjol yang pengarang ditemui sangat berguna, yaitu ***“Tambahkan sekurang-kurangnya 10% dari perkiraan waktu sebenarnya untuk setiap tambahan anggota dalam suatu tim yang profesional”***.

Hal ini menunjukkan bahwa jika satu orang membutuhkan 10 hari untuk mengerjakan tugas, dengan 2 orang dibutuhkan waktu 11 hari, atau paling baik 5½ dalam 24 jam. Tambahkan 10% untuk setiap penambahan kumulatif anggota.

Lamanya tugas dapat diterjemahkan dari gambar 14.6 menjadi gambar 14.7. dengan memasukkan peraturan di atas ke dalam perhitungan, ditambahkan beberapa keputusan profesional berdasarkan seberapa baik tugas-tugas itu dapat dibagi, seberapa baik komunikasi setiap individu, dll.

Penempatan Sumber Daya ‘Non Manusia’ (*Allocating ‘Non-Human’ Resources*)

Sumber daya non manusia diperlukan untuk proyek software seperti hardware komputer, paket software, sistem operasi, informasi, manual, pelatihan, jaminan komputer, layanan cetakan, dsb.

14.4. TIGA BATASAN (*THE TRIPLE CONSTRAINT*)

Seperti yang kita lihat yang lalu, “Anda bisa mendapatkan yang baik, murah atau cepat : Pilih dua !”. Menambah beberapa sumber daya akan mengurangi lamanya tugas, tetapi biaya meningkat. Memindahkan orang yang dipercaya dari kegiatan yang rumit tetapi kegiatannya pendek ke dalam kegiatan yang lama mungkin mengurangi waktu secara keseluruhan, tetapi ini akan membahayakan seluruh proyek jika kualitas pada tugas yang pendek dikurangi.

Banyak pilihan yang mungkin dilakukan ketika anda menentukan sumber daya. Selalu coba beberapa pendekatan, lihat efek dari penggunaan sumber daya dan biaya, panjang CP dan kesederhanaan dari PERT. PM harus dapat membuat tiga batasan dan memberikan keseimbangan yang baik berdasarkan prioritas tempat pada tiga batasan untuk user atau manajemen tingkat atas.

Kegagalan Proyek (*Crashing a Project*)

Salah satu situasi yang paling sulit adalah ketika waktu menjadi prioritas utama diantara tiga batasan. Ambil contoh skenario ketika manajer anda menanyakan kepada anda untuk memperkirakan proyek dan hasil yang anda sajikan :

YOU : Jika semuanya berjalan lancar, kita dapat menyerahkan proyek ini pada tanggal 15 April.

MGR : Tidak mungkin ! Bagian Marketing telah menjanjikan proyek ini pada tanggal 1 April. Kita bisa dikenakan denda \$1000 perhari setelah tanggal 1 April. Bisakah anda mengerjakannya lebih cepat ?

YOU : Ya, tapi saya membutuhkan waktu lebih banyak di depan komputer, menyewa beberapa orang dan mengerjakan pekerjaan tersebut dengan cepat (lembur). Hal itu akan membutuhkan tambahan biaya lagi.

MGR : Semuanya gagal ! Tak usah hiraukan biayanya !

YOU : (Untuk anda sendiri : terdengar disini seperti ada yang memotivasi). OK.

Apakah anda sungguh gagal di setiap tugas? Jelas tidak, mengapa tugas yang gagal tidak ditempatkan pada jalur kritis ? Gambar 14.8A di bawah ini merupakan contoh perhitungan tugas itu diselesaikan beserta hasilnya.

Lihat Gambar 14.8A PERT for a project

Lihat Gambar 14.8B Steps to crashing the project

Lihat Gambar 14.8C Cost vs crash graph

Pertama-tama kita harus menghitung tiga hal untuk setiap tugas :

Hal pertama : Lamanya waktu normal (hari). Ini adalah perkiraan yang akan anda berikan kepada Manajer pertama kali.

Hal kedua : Lamanya waktu minimal (hari) dimana anda dapat menekan perubahan tugas.

Hal ketiga : Biaya tambahan per-hari untuk setiap perubahan.

Sebagai contoh, tugas B (gambar 14.8A) secara normal akan memakan waktu 5 hari. Jika programmer bekerja lembur, tugas B dapat selesai dalam 3 hari (minimum), tapi hal itu akan memerlukan tambahan biaya \$200 per-hari.

Mari kita coba untuk menyelesaikan proyek ini. Algoritma yang digunakan pada proyek tersebut adalah : ***Ubah tugas pada CP, jika selama tidak ada jalur lain yang menjadi kritis. Jika jalur lain menjadi kritis, ubah tugas tersebut dengan baik.***

Langkah satu : (Lihat gambar 14.8B) Ubah tugas A dari 3 hari menjadi 2 hari. Ada keuntungan 1 hari dengan biaya \$500. Jalur lain tidak padat karena tidak ada kegiatan lain yang paralel. Tugas A tidak dapat diselesaikan lebih lama (3 hari adalah waktu minimum).

Langkah dua : Ubah tugas B dari 5 hari menjadi 4 hari, dengan biaya \$200. E adalah sebuah jalur paralel, jadi periksa jalur tersebut, jika jalur ini menjadi kritis. Tugas E dilakukan secara simultan dengan B dan C. Dengan mengubah tugas B menjadi 4 hari, maka B dan C bersama-sama membutuhkan waktu 11 hari. Tugas E dilakukan selama 11 hari dengan demikian berubah menjadi kritis, tetapi belum perlu diubah.

Langkah tiga : Ubah tugas B menjadi 3 hari dengan biaya \$200. Karena E adalah paralel dan kritis, maka E memerlukan tambahan hari, E harus diubah

menjadi 10 hari dengan biaya \$1500, dan biaya totalnya adalah \$1700.

Langkah empat : Langkah 4 dan 5 sama, jadi penjelasannya tergantung kepada pembaca.

Lima hari adalah yang terlama dari proyek tersebut dapat diselesaikan, sehingga perlu diubah. Perhatikan bahwa tidak semua tugas perlu diubah, atau tidak semua tugas yang diubah ditekan menjadi minimum.

Terakhir, gambar 14.8C adalah graph yang sangat berguna bagi manajemen. Graph tersebut menunjukkan tanggal pengiriman proyek (sumbu X), serta biaya tambahan yang diperlukan selama tanggal tersebut (sumbu Y).

Kesimpulan untuk Penyelesaian Proyek (*Conclusions to Crashing a Project*)

Beberapa asumsi dapat dibuat disini :

- Pertama : tugas dapat diselesaikan. Menambah tenaga kerja dan waktu lembur belum tentu mempercepat penyelesaian proyek.
- Kedua : tugas dapat diselesaikan sesuai pesanan.
- Ketiga : tugas-tugas dapat diselesaikan secara terpisah. Penyelesaian satu tugas akan mempengaruhi tugas lain. Paket komputer terbaik akan membantu semua perhitungan anda.

14.5. JADWAL ATAU DIAGRAM GANTT (*THE SCHEDULE OR GANTT CHART*)

Diagram GANTT adalah diagram batang yang menunjukkan waktu. Disebut GANTT karena ditemukan oleh Henry Gantt. Diagram GANTT pada gambar 14.9 merupakan jadwal proyek PERT pada gambar 14.8.

Lihat Gambar 14.9. Gantt chart of a project

Langkah-langkah untuk menggambar GANTT adalah :

- Langkah 1 : Gambarlah satuan waktu di posisi atas. Pilih satuan waktu sehingga anda memerlukan tidak lebih dari 2 diagram. Anda akan melihat bahwa Gantt adalah buku penuntun bagi Manajer proyek. Semua kalender bergantung pada informasi yang dapat dimasukkan ke dalam Gantt, dan 99% kehidupan PM bergantung pada kalender ini. Tanggal mulai pada setiap minggunya harus diberi tanda jika tersedia ruangnya.
- Langkah 2 : Beri tanda pada kalender semua kejadian di posisi bawah. Kegiatan hari libur seperti liburan, hari raya, rapat, pelatihan, janji penting, dll, semua kejadian harus dijadwalkan di sekitarnya.
- Langkah 3 : Dari PERT pada gambar 14.7, jadwalkan setiap kegiatan. Mulailah dengan kegiatan pertama, fase DEFINISI, gambarkan dalam bentuk batang sama panjangnya dengan satu hari pada PERT. Beri tanda orang yang bertanggung jawab di dalamnya, dan presentasikan waktu yang anda harapkan untuk setiap orang yang bekerja pada proyek tersebut, jika ini tidak 100%.
- Langkah 4 : Jadwalkan kemungkinan tugas. Untuk setiap kegiatan tanya pada diri Anda sendiri, "Apakah ada pekerjaan yang akan diperpanjang waktunya untuk tugas khusus ini?".
- Langkah 5 : Ulangi kembali langkah 3 dan 4, jadwalkan semua tugas-tugas dalam PERT, dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah untuk tugas-tugas yang paralel. Sebuah tugas dimulai bila kemungkinan tugas yang sebelumnya telah diselesaikan. Tambahkan kemungkinan yang banyak pada tugas khusus terakhir, System Test, sebagai ukuran keamanan.

Langkah 6 : Beri tanda semua kejadian-kejadian penting. Beri tanda kejadian penting utama yang menunjukkan penyelesaian dari kejadian penting dan produk-produk. Yakinkan bahwa kejadian penting tersebut cukup sering, jadi waktu diantara satu kejadian cukup pendek, sehingga tidak akan lepas kontrol. Lakukan setiap 2 atau 3 bulan selama 12 bulan proyek itu berjalan. Ini menunjukkan bahwa kejadian penting 'fake' dapat ditemukan, seperti *Milestone 3, Mid-programming review* pada gambar 14.10.

14.6. KESIMPULAN UNTUK PENJADWALAN

Sampai pengarang menulis buku ini, biaya *Personal Computer* dengan software manajemen proyek yang sangat sempurna sama dengan gaji seorang manajer proyek selama 1 minggu. Biaya ini tidak dapat dihindari dalam pemakaian sebuah produk komputer untuk menggambarkan PERT dan GANTT, untuk menghitung CP, dsb.

Personal Computer juga berguna untuk menggambarkan kembali proyek GANTT kedalam sumber daya GANTT tersendiri untuk setiap orang, meliputi jadwal kegiatan orangnya. Jika anda tidak pernah menggambar PERT atau GANTT secara manual, pertama-tama kerjakan ini pada kertas untuk mempelajari konsepnya, kemudian gunakan *Personal Computer*.

Tetaplah mempertimbangkan 3 bagian dari GANTT. Bagian pertama adalah untuk diri anda sendiri dengan semua float dan kemungkinan yang terlihat. Bagian kedua adalah untuk individu-individu yang terlibat – ini merupakan sumber daya GANTT bagi mereka. Bagian ketiga adalah untuk distribusi bagi manajemen tingkat atas.

Arti penting **Total Float** adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin.

Total Float ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka *total float* yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan *total float* semua dikurangi bagian yang telah dipakai.

Free Float adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan mulai seawal mungkin.

Besarnya *Free Float* suatu kegiatan adalah sama dengan sejumlah waktu dimana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda, tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja. Dengan kata lain *free float* dimiliki oleh suatu kegiatan tertentu, sedangkan *total float* dimiliki kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan.