

Optimalisasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Berdasarkan Metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

Esti Andriani*, Aviasti, Djamaludin

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*estiandrianiiii@gmail.com, aviasti98@gmail.com, mas.jamal@gmail.com

Abstract. Projects consist of various work activities that are interrelated between activities. Scheduling is one of the stages of project planning, because good scheduling is expected in every project implementation, so that the project does not experience obstacles that can come from humans, machines, methods, environment and money. Critical Path Method (CPM) and Program Evaluation and Review Technique (PERT) Methods as project scheduling methods. By using PERT and CPM, it is possible to know the time needed to complete the project and to find out which activities fall into the critical path. Acceleration of project activity time has an effect on project costs. The project at PT. X has a duration of 90 days at a cost of 2.131.995.000 IDR. The results of applying the CPM method obtained 34 critical activities. The duration acceleration is carried out in several critical activities with the results of the acceleration of 1 hour of work obtained for 89 days at a cost of 2.150.174.000 IDR and an acceleration of the duration of 2 hours of work obtained for 86 days at a cost of 2.226.890.000 IDR. The cost slope is obtained from a comparison of normal and accelerated time of 1 and 2 hours (overtime) with the results of 21.310.000 IDR and 26.637.500 IDR. The results of applying the PERT method were obtained 92 days. This the acceleration of the project will have an impact on the increase in project costs. So project implementation can be anticipated by making a more mature work plan in terms of people, methods, machines, environment, and money.

Keywords: Program Evaluation and Review Technique (PERT), Critical Path Method (CPM), Project.

Abstrak. Proyek terdiri dari berbagai aktivitas pekerjaan yang saling berkaitan antar aktivitas. Penjadwalan ialah salah satu tahap perencanaan proyek, karena penjadwalan yang bagus diharapkan dalam setiap pelaksanaan proyek, agar proyek tidak mengalami kendala yang bisa datang dari manusia, mesin, metode, lingkungan dan uang. Critical Path Method (CPM) dan Metode Program Evaluation and Review Technique (PERT) sebagai metode penjadwalan proyek. Dengan menggunakan PERT dan CPM, dapat diketahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dan dapat diketahui kegiatan yang masuk ke dalam jalur kritis. Percepatan waktu kegiatan proyek berpengaruh pada biaya proyek. Proyek pada PT. X berdurasi selama 90 hari dengan biaya Rp. 2.131.995.000. Hasil penerapan metode CPM diperoleh 34 kegiatan kritis. Percepatan durasi dilakukan pada beberapa kegiatan kritis dengan hasil percepatan 1 jam kerja diperoleh selama 89 hari dengan biaya sebesar Rp. 2.150.174.000 serta percepatan durasi 2 jam kerja diperoleh selama 86 hari dengan biaya Rp. 2.226.890.000. Slope biaya didapatkan dari perbandingan waktu normal dan dipercepat 1 dan 2 jam (lembur) dengan hasil Rp. 21.310.000 dan Rp. 26.637.500. Hasil penerapan metode PERT diperoleh 92 hari. Dengan demikian percepatan proyek akan berdampak pada kenaikan biaya proyek. Maka pelaksanaan proyek dapat diantisipasi dengan membuat perencanaan kerja yang lebih matang dalam hubungannya dengan manusia, metode, mesin, lingkungan, dan uang.

Kata Kunci: Program Evaluation and Review Technique (PERT), Critical Path

Method (CPM), Proyek.

1. Pendahuluan

Proyek pembangunan konstruksi berbentuk gedung, yang dimana akan dibangun sebanyak lima lantai, dan akan diperuntukkan sebagai pabrik produksi sebuah merk. Jenis pekerjaan yang menjadi skope PT. X adalah suplai material dan konstruksi, sedangkan skope pekerjaan engineering dan desain gedung, serta termasuk pembuatan ijin bangunan disubkontrakkan ke konsultan perencanaan. Durasi waktu normal pelaksanaan proyek ialah selama 90 hari kerja. Terdapat 7 kegiatan utama dalam proyek ini.

Pelaksanaan proyek konstruksi pembangunan Gedung oleh PT. X direncanakan akan selesai pada bulan Mei 2021, ternyata mengalami keterlambatan sebanyak 15 hari kerja. Hal tersebut disebabkan oleh perencanaan yang kurang baik dari perusahaan dan juga adanya faktor eksternal seperti faktor cuaca, kemudian adanya beberapa karyawan yang terkena dampak virus corona yakni statusnya ialah orang dalam pengawasan (ODP). Dalam hal ini, maka waktu penyelesaian tidak sesuai dengan waktu yang telah disepakati sebelumnya. Yang dimana hal tersebut dapat berdampak buruk bagi perusahaan karena terjadinya keterlambatan durasi waktu proyek akan membuat biaya yang meningkat.

Pengembalian tingkat keoptimalan durasi waktu sebuah proyek sesuai dengan kesepakatan awal, dibutuhkan langkah yang tepat dalam hal percepatan durasi waktu proyek. Dengan demikian peneliti akan menganalisis optimalisasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Kemudian menganalisis adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek disertai dengan meningkatnya biaya proyek. Optimalisasi durasi waktu proyek akan dilakukan dengan menggunakan metode CPM (Critical Path Method-Metode Jalur Kritis) dan metode PERT (Project Evaluation and Review Technique).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “a) Berapakah total durasi waktu optimal yang dibutuhkan pada proyek konstruksi di PT. X? serta, b) Berapakah total biaya optimal pada proyek konstruksi di PT. X?” Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui durasi waktu dan biaya optimal proyek menggunakan metode CPM.
2. Mengetahui durasi waktu proyek menggunakan metode PERT.

2. Metodologi

“Proyek konstruksi merupakan proyek yang berkaitan dengan pembangunan suatu bangunan dan infrastruktur yang umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk dalam bidang teknik sipil dan arsitektur. Selain itu, juga melibatkan bidang ilmu lainnya, seperti teknik industri, mesin, elektro, geoteknik, lanskap.” (Widiasanti dan Lenggogeni, 2013). “Manajemen proyek berdasarkan perspektif keilmuan teknik industri, yakni proyek merupakan salah satu tipe proses manufaktur, dan manajemen proyek adalah strategi perencanaan dan pengendalian produksi yang sesuai untuk menjalankan sebuah proyek. Oleh karena itu, manajemen proyek dapat dipandang sebagai sebuah sistem produksi, sehingga tiga kriteria sukses dari sistem produksi (biaya, waktu, dan kualitas) juga berlaku sebagai kriteria sukses manajemen proyek” (Yuliandra, 2015).

“Manajemen proyek adalah suatu rangkaian aktivitas yang didalamnya terdiri dari kegiatan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang terdiri dari beberapa aktivitas/kegiatan. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun, dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks. Fokus utama manajemen proyek adalah pencapaian tujuan akhir proyek dengan segala batasan yang ada, waktu, dan dana yang tersedia” (Dimiyati dan Nurjaman, 2014).

“Tujuan utamanya adalah membantu manajemen dalam menyusun penjadwalan suatu proyek, menentukan total waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu proyek, menentukan aktivitas/kegiatan yang perlu didahulukan, dan menentukan biaya yang diperlukan

dalam menyelesaikan suatu proyek. Semuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus-menerus dengan berjalannya waktu. Manajemen proyek tidak lagi menjadi manajemen yang diperlukan secara khusus. Dalam bisnis, manajemen proyek sudah menjadi cara standar dan telah menjadi bagian umum karena semakin banyaknya usaha perusahaan yang digarap sebagai proyek. Kepentingan dan peran proyek di masa mendatang akan semakin memberikan kontribusi bagi arah strategis perusahaan” (Dimiyati dan Nurjaman, 2014).

Serangkaian prosedur dan beberapa langkah dalam melaksanakan sebuah penelitian yang terstruktur dan terarah, yang dimana tujuannya ialah agar tercapai dengan baik disebut sebagai metode penelitian. “Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data intern. Data intern yaitu data yang diperoleh langsung dari pihak pemberi kerja yaitu Ketua Tim Pelaksana Kegiatan pembangunan konstruksi, sehingga informasi tidak melalui pihak perantara. Dalam suatu penelitian metode pengumpulan data merupakan suatu faktor yang penting, karena perhitungan diperoleh dari data yang didapatkan dalam penelitian” (Eva Dewi Yurdiana, 2018). Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian Kepustakaan, dengan cara melakukan penelitian secara teoritis yaitu dengan cara membaca dan mempelajari literature dan informasi yang tersebar di internet, jurnal nasional, skripsi, serta teori-teori dari buku yang menunjang penelitian dan berhubungan dengan manajemen produksi dan operasi pada umumnya PERT, CPM, serta optimalisasi waktu penyelesaian proyek.
2. Pengamatan, yaitu melakukan pengamatan terhadap pelaksanaan proyek.
3. Wawancara, dalam penelitian ini penulis melakukan wawancara kepada Ketua Tim Pelaksana Kegiatan Pembangunan Konstruksi.
4. Dokumentasi, yaitu teknik pengumpulan data sekunder yang dilakukan dengan cara mencatat bukti dokumen atau fakta yang ada saat pelaksanaan proyek.

Tahapan pengumpulan data yang dilakukan dengan maksud untuk mencari informasi yang dibutuhkan dari perusahaan, yakni dapat memberikan gambaran yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Data tersebut diperoleh dari penelitian yang dilakukan di PT. X. Data yang diperoleh yaitu meliputi:

1. Data deskripsi, struktur organisasi pelaksanaan proyek, daftar kegiatan utama proyek dan sumber daya proyek.
2. Data Work Breakdown Structure (WBS).
3. Data durasi waktu masing-masing kegiatan.
4. Data biaya kegiatan utama proyek.
5. Volume masing-masing kegiatan proyek.

“CPM (*Critical Path Method*), adalah metode berdasarkan jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear. Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, jika waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan tertentu dapat dipintas untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit. Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama” (Dimiyati dan Nurjaman, 2014: 338-339).

Perbedaan CPM dengan Pert ialah “Perbedaan mendasarnya adalah dalam waktu. CPM dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap kegiatan dan dapat menentukan prioritas kegiatan yang harus mendapatkan perhatian pengawasan yang cermat agar kegiatan dapat selesai dengan rencana. Metode ini lebih dikenal dengan istilah lintasan kritis karena dengan metode ini akan dibentuk suatu jalur atau lintasan yang memerlukan perhatian khusus” (Dimiyati dan Nurjaman, 2014: 338-339).

Pengolahan data dengan menggunakan metode CPM dan metode PERT, penggunaan metode CPM dalam penelitian ini dikarenakan sifat proyek yang sudah memiliki umur waktu, dan biaya. Kemudian dilakukan percepatan durasi waktu dan perhitungan biaya proyek. Pengolahan data dilakukan dengan cara manual dan dengan menggunakan software Microsoft Project 2016. Tahapan pengolahan data yakni meliputi:

1. Metode CPM, (a) Membuat daftar aktivitas dan predecessor proyek. (b) Membuat diagram jaringan CPM, dalam proses pembuatan jaringan diagram CPM yakni menggunakan Microsoft Project 2016 karena banyaknya uraian pekerjaan dalam proyek ini yakni sebanyak 48 kegiatan. (c) Jalur kritis CPM, diperoleh dari olah data dengan menggunakan Microsoft Project 2016. (d) Melakukan percepatan durasi proyek, yakni pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Dan melakukan penambahan 1 jam kerja dan 2 jam kerja. (e) Perbandingan biaya dan waktu proyek durasi normal dan durasi dipercepat CPM.
2. Metode PERT, (a) Membuat daftar aktivitas, Waktu Optimis (To); Waktu Realistis (Tm); Waktu Pesimis (Tp). (b) Membuat diagram jaringan PERT, dalam proses pembuatan jaringan diagram PERT yakni menggunakan Microsoft Project 2016 karena banyaknya uraian pekerjaan dalam proyek ini, yakni sebanyak 48 kegiatan.

3. Pembahasan dan Diskusi

Metode CPM

Terdapat 34 kegiatan yang berada pada jalur kritis. Penambahan jam kerja dilakukan pada kegiatan jalur kritis, mengacu pada koefisien penurunan produktivitas, terujuk pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0.1	90
2	0.2	80
3	0.3	70
4	0.4	60

Sumber: Iman Soeharto (1997)

Percepatan durasi dilakukan dengan penambahan 1 jam kerja (lembur) dengan penurunan produktivitas sebesar 90%. Dan 2 jam kerja (lembur) dengan penurunan produktivitas sebesar 80%. Hasil durasi waktu yang didapat dari penambahan 1 jam kerja ialah 89 hari, sedangkan hasil durasi waktu yang didapat dari penambahan 2 jam kerja ialah 86 hari. Percepatan durasi (*crashing*), dilakukan dengan menambah jam kerja (lembur), maka diberlakukan upah lembur. Dengan demikian akan terjadinya pembengkakan biaya proyek. Hasil percepatan durasi yang diperoleh, dapat menjadi perbandingan biaya waktu normal dan waktu dipercepat.

“The reality of the project management is that there are always cost-time trade offs. For example, a project can often be completed earlier than scheduled by hiring more workers or running extrashift. Such action could be advantageous if saving or additional revenues accrue from completing the project early (Krajewski, 2010).” “Artinya bahwa dalam manajemen proyek selalu ada pertukaran biaya dan waktu, sebagai contoh untuk menyelesaikan waktu proyek yang lebih awal dari jadwal dapat dilakukan dengan menambah sejumlah tenaga kerja atau dengan menambah jam kerjanya” (Caesaron Dino, 2015).

“Terdapat dua alasan dilakukan *crashing program*, yaitu sebagai berikut:

1. Kegiatan proyek yang bersangkutan diharapkan segera selesai sebab sudah merupakan keputusan dan disetujui manajemen atau pemilik proyek dengan suatu alasan tertentu.
2. Karena terjadi keterlambatan pelaksanaan proyek yang telah melebihi batas toleransi tertentu dan dinilai oleh manajemen atau pemilik proyek akan sangat mempengaruhi kelancaran dan batas waktu penyelesaian tersebut secara keseluruhan (Dimiyati dan Nurjaman, 2014: 330).”

Berikut adalah hasil perhitungan CPM yang telah dilakukan, diperoleh nilai *slope cost* masing-masing penambahan 1 dan 2 jam kerja terujuk pada Tabel 2.

Tabel 1. Cost Slope Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Keterangan	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)	Slope Cost (Rp)
Normal	90	Rp 2.130.995.000,00	
Setelah Dipercepat 1 Jam	89	Rp 2.150.174.000,00	Rp 21.310.000,00
Setelah Dipercepat 2 Jam	86	Rp 2.226.890.000,00	Rp 26.637.500,00

Crashing Project ini dilakukan pada 34 kegiatan yang berada di jalur kritis, sisa kegiatan lainnya dilakukan percepatan durasi. Guna dari menggunakan *crashing project* ialah dapat memangkas waktu pekerjaan jika sewaktu-waktu mengalami keterlambatan. Selain itu *crashing project* dapat membantu kita menghindari resiko dari pengenaan biaya operasional (biaya tidak langsung) yang dikenakan setiap harinya.

Metode PERT

Optimalisasi durasi waktu proyek menggunakan penerapan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT), hasil nilai durasi Waktu yang Diharapkan (Te) diperoleh sebesar 92 hari. Pembuatan diagram jaringan dengan metode PERT menggunakan tiga estimasi waktu rencana (Probabilistik), disajikan dengan menggunakan M.S. Project 2016, dikarenakan terdapat total 48 kegiatan proyek. Dengan demikian adanya perbedaan waktu proyek selama 2.1 hari antara waktu normal dengan hasil penjadwalan PERT. Metode PERT lebih baik untuk digunakan pada proyek yang baru dilaksanakan dibandingkan dengan metode CPM, karena penggunaan probabilitas pada perhitungan durasi kerja sehingga keakuratan perhitungan lebih tinggi. Metode PERT menekankan pada guna tepat waktu sehingga bisa menekan biaya pengeluaran seoptimal mungkin. Dengan menggunakan metode PERT dapat diketahui durasi penyelesaian proyek dengan probabilitas yang lebih baik sehingga bisa meminimalisir kemungkinan terjadinya keterlambatan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Optimalisasi penjadwalan proyek dengan penerapan metode CPM (Critical Path Method) pada proyek konstruksi pembangunan gedung PT.X diukur dari segi durasi waktu dan biaya, terdapat dua pilihan yakni dapat dikerjakan dengan durasi waktu kerja selama 89 hari dengan biaya sebesar Rp 2,150,174,000.00 dan 86 hari dengan biaya sebesar Rp 2,226,890,000.00. Cost slope antara biaya durasi normal dengan penambahan 1 jam kerja (lembur) ialah sebesar Rp 21,310,000.00; serta cost slope antara biaya durasi normal dengan penambahan durasi 2 jam kerja (lembur) ialah sebesar Rp 26,637,500.00.
2. Optimalisasi penjadwalan proyek dengan penerapan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique) pada proyek konstruksi pembangunan gedung PT. X, dapat dikerjakan dengan durasi waktu kerja selama 92 hari.
3. Semakin rendahnya durasi waktu kerja proyek, maka akan semakin tingginya biaya yang dikeluarkan perusahaan.
4. Pemilihan durasi dan biaya dari hasil penelitian, dapat berpengaruh pada kualitas hasil proyek (gedung).

Acknowledge

Saya ucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir., Aviasti, M.Sc. IPM. dan Bapak Djamaluddin, S.T., M.A.B. yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penelitian ini, tak lupa ucapkan terimakasih juga saya berikan kepada Bapak Angga selaku tim pelaksana kegiatan pembangunan konstruksi dan karyawan PT. Rekayasa Banguntama yang telah membantu dalam memberikan informasi dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Dino, Caesaron., 2015. Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT pada Proyek Pembangunan Ruko (Jl. Pasar Lama No. 20 Glodok). Tersedia Pada: <https://journal.ubm.ac.id/index.php/jiems/article/view/124>

- [2] Dewi, Yusdiana., 2018. Penerapan Metode Pert Dan Cpm Dalam Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Paving Untuk Mencapai Efektivitas Waktu Penyelesaian Proyek. Universitas Langlangbuana.
- [3] Hamdan, Dimiyati, dan Kadar, Nurjaman., 2014, Manajemen Proyek, Pustaka Setia, Bandung.
- [4] Soeharto, Iman. 1997. Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional. Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- [5] Widiyanti, I. dan Lenggogeni., 2013. Manajemen Konstruksi. Bandung: PT Remaja Rosdakrya.
- [6] Yuliandra, Berry., 2015. Manajemen Proyek: Sebuah Perspektif Teknik Industri.
- [7] N Krida Cipta, Aviasti, Mulyati Dewi Shofi. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Labu Ukur Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di CV. X. Jurnal Riset Teknik Industri, 1(1), 36-42.