

**ANALISIS PENYELESAIAN PROYEK JEMBATAN
MENGUNAKAN METODE *PROJECT EVALUATION REVIEW*
TECHNIC (PERT) DI CV. KARYA BERDIKARI**

Asep Hermawan

Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Purwakarta
Jl. Cikopak No.53, Kec. Purwakarta, Purwakarta, Jawa Barat
Email : asepherawan@wastukencana.ac.id

ABSTRAK

Banyak proyek jembatan mengalami kinerja buruk dalam menyelesaikan proyek tepat waktu, sehingga diperlukan analisis tentang manajemen waktu proyek di perusahaan kontraktor. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekurangan dalam praktik saat ini dan memberikan umpan balik bagi kontraktor untuk meningkatkan manajemen proyek konstruksi jembatan. Penelitian ini difokuskan pada penyelesaian proyek konstruksi jembatan oleh CV. Karya Berdikari menggunakan metode PERT.

Ada dua jenis penelitian yang dilakukan: tinjauan literatur dan studi lapangan. Tinjauan literatur mengumpulkan referensi dari berbagai sumber, termasuk buku dan jurnal, untuk menetapkan dasar teoritis untuk penelitian dan membuat daftar pertanyaan wawancara. Studi lapangan melibatkan studi kasus pada perusahaan kontraktor klasifikasi besar, di mana dilakukan wawancara langsung dengan staf yang terlibat dalam penjadwalan, pelaksanaan, pengendalian, dan pembaruan proyek konstruksi.

Penelitian menemukan bahwa, menggunakan metode PERT, waktu penyelesaian tercepat untuk proyek konstruksi jembatan adalah 85 hari dengan kemungkinan 0,20%, waktu penyelesaian terlama adalah 104 hari dengan kemungkinan 99,91%, dan waktu penyelesaian paling mungkin adalah 94 hari dengan kemungkinan 50%. Temuan ini memberikan umpan balik yang berharga bagi kontraktor untuk mengoptimalkan praktik manajemen waktu dan proyek mereka.

Kata Kunci : PERT, manajemen proyek, jembatan

ABSTRACT

Many bridge projects suffer from poor performance in terms of completing on time, leading to a need for analysis on project time management in contractor companies. This analysis aims to identify weaknesses and shortcomings in current practices and provide feedback for contractors to improve their management of bridge construction projects. This research focuses specifically on the completion of bridge construction projects by CV. Karya Berdikari using the PERT method.

Two types of research were conducted: literature review and field study. The literature review collected references from various sources, including books and journals, to establish the theoretical basis for the research and create a list of interview questions. The field study involved a case study of a large classification contractor company, where direct interviews with staff involved in scheduling, execution, control, and updating of construction projects were conducted.

The research found that, using the PERT method, the quickest completion time for a bridge

construction project is 85 days with a 0.20% probability, the longest completion time is 104 days with a 99.91% probability, and the most likely completion time is 94 days with a 50% probability. These findings provide valuable feedback for contractors to optimize their time and project management practices.

Keywords: PERT, project management, bridge

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dunia industri, begitu juga dengan perkembangan sarana transportasi, terutama jembatan yang semakin pesat, maka tingkat kesulitan untuk mengelola dan menjalankan sebuah proyek jembatan semakin tinggi. Semakin tinggi tingkat kesulitannya, berarti semakin panjang durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

Oleh karena itu disini sangat diperlukan suatu manajemen waktu (*time management*) yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan proyek agar dicapai hasil yang maksimal dari sumber daya yang tersedia. Semuanya itu untuk mencapai tujuan dari sebuah proyek jembatan yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu (jadwal), selain juga biaya (anggaran) dan mutu (kualitas).

Selain manajemen waktu, tentu juga harus diikuti dengan pelaksanaan proyek yang baik dan sesuai dengan perencanaannya. Dengan manajemen waktu dan pelaksanaan yang baik, maka resiko sebuah proyek konstruksi jembatan tersebut akan mengalami keterlambatan menjadi kecil. Secara langsung hal tersebut akan mengurangi pembengkakan biaya proyek, serta pada akhirnya akan memberikan keuntungan tersendiri bagi para kontraktor sebagai penanggungjawab pelaksanaan proyek.

Saat ini banyak dijumpai proyek-proyek jembatan yang mempunyai performa yang kurang baik untuk penyelesaian tepat waktu, maka diperlukan suatu analisa tentang pelaksanaan manajemen waktu proyek jembatan pada perusahaan kontraktor, sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelemahan yang dilakukan selama ini, yang nantinya dapat menjadi masukan bagi kontraktor, untuk dapat lebih baik lagi dalam pelaksanaan manajemen waktu suatu proyek jembatan.

Berdasarkan uraian diatas maka permasalahan dalam penelitian ini adalah tentang pelaksanaan penyelesaian proyek jembatan pada CV. Karya Berdikari dengan menggunakan metode PERT.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan penyelesaian dan mengevaluasi pelaksanaan penyelesaian proyek jembatan pada CV. Karya Berdikari

Proyek transportasi, terutama proyek pembangunan jembatan bukanlah sesuatu yang baru, apa yang berubah dan merupakan hal baru adalah dimensi dari proyek tersebut, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Sejalan dengan perubahan tersebut timbul persaingan yang ketat, hal ini mendorong para pengusaha/praktisi mencari dan

menggunakan cara-cara pengelolaan, metode serta teknik yang paling baik, sehingga penggunaan sumber daya benar-benar efektif dan efisien.

Dalam hal ini mengelola kegiatan dengan menggunakan konsep manajemen proyek merupakan langkah yang relative baru, dimana konsep ini ditandai dengan menerapkan suatu pendekatan, metode, dan teknik tertentu pada pemikiran- pemikiran manajemen dengan tujuan meningkatkan daya guna dan hasil guna dalam rangka menghadapi kegiatan yang dinamis dan non-rutin, yaitu kegiatan proyek konstruksi (Soeharto, 1999).

Adapun pengertian manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan. Yang dimaksud dengan proses adalah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan tenaga, keahlian, peralatan, dana dan informasi (Soeharto, 1999).

Sedangkan pengertian manajemen proyek muncul dikarenakan penggunaan manajemen itu sendiri yang telah berhasil mengelola kegiatan operasional rutin dengan lingkungan yang stabil, dirasakan kurang mampu dan tidak cukup efisien untuk mengelola kegiatan proyek konstruksi yang sejatinya penuh dengan dinamika dan perubahan cepat, sehingga hasilnya pun tidak bisa optimal.

Manajemen proyek sendiri terbagi menjadi bagian-bagian ilmu yaitu *project scope management*, *project time management*, *project cost management*, *project quality management*, *project human resources management*, *project communications management*, *project risk management*, *project procurement management*, dan *project integration management* (Project Management Institute, 1996). Pada penelitian yang akan dianalisa adalah dari segi pengaturan waktu, dalam hal ini yaitu *project time management*.

Adapun pengertian manajemen waktu proyek adalah proses merencanakan, menyusun dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek. Manajemen waktu termasuk ke dalam proses yang akan diperlukan untuk memastikan waktu penyelesaian suatu proyek. Sistem manajemen waktu berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Dimana dalam perencanaan dan penjadwalan tersebut telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien (Clough dan Scars, 1991).

Dasar yang dipakai pada system manajemen waktu yaitu perencanaan operasional dan penjadwalan yang selaras dengan durasi proyek yang sudah ditetapkan. Dalam hal ini penjadwalan digunakan untuk mengontrol aktivitas proyek setiap harinya. Adapun aspek-aspek manajemen waktu yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya di lapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan di lapangan pada akhir penyelesaian proyek, merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut, yang terakhir memperbaharui kembali penjadwalan proyek (Clough dan Scars, 1991). Sedang aspek-

aspek manajemen waktu itu sendiri merupakan proses yang saling berurutan satu dengan yang lainnya.

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Pada tahap ini harus dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktivitas yang mudah ditangani secara bersamaan. Tujuan memecah lingkup aktivitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek (Clough dan Scars, 1991).

Macam-macam dari *schedule* dapat dibagi menjadi 2 yaitu Bagan Balok dan Jaringan Kerja (CPM). Dimana keduanya mempunyai kelebihan dan kekurangan seperti yang dijelaskan di bawah ini :

1. Bagan Balok (*BAR/GANTT Chart*)

Metode Bagan Balok diperkenalkan oleh H.L Gantt, dengan tujuan mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan urutan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan pada saat pelaporan. Bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.

Bagan balok dapat dibuat secara manual atau dengan menggunakan computer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada koordinat sumbu Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, atau bulan.

Penggunaan metode bagan balok sangat terbatas karena mempunyai kelemahan-kelemahan seperti tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek, sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*) karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, selain itu juga tidak cocok untuk proyek yang berukuran sedang dan besar atau yang bersifat kompleks disebabkan kurangnya kemampuan penyajian secara sistematis karena harus menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan antara satu kegiatan dengan lainnya.

2. Jaringan Kerja (CPM)

Jaringan Kerja merupakan penyempurnaan dari metode bagan balok yang akan menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat, kegiatan mana yang bersifat kritis dan non kritis, dan lain-lain. CPM diperkenalkan pertama kali oleh ahli matematika dari perusahaan Du-Pont bekerja sama dengan Rand Corporation dibantu oleh *team engineer*.

Pada metode CPM dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat.

Dalam CPM sendiri ada beberapa proses perhitungan yang harus dilakukan, yaitu *forward pass*, *backward pass*, dan *float analyses*. Yang kemudian menghasilkan *overall project duration*, *start dan finish dates*, *activity dates* (ES, EF, LS, LF), *activity floats*, *critical path* (*critical activities*).

3. Time-Based Diagram

Time-Based Diagram adalah perpaduan antara GANTT/BAR *chart* dengan Jaringan Kerja. Dimana kelebihan *Time-Based Diagram* adalah dapat menunjukkan jadwal kalender sebaik dengan hubungan di antara aktivitas.

Mengukur dan Membuat Laporan Kemajuan Proyek (*Monitoring*)

Evaluasi kemajuan proyek tergantung pada akurasi pengukuran dan pembuatan laporan di lapangan (Brandon dan Gray, 1970). Laporan kemajuan di lapangan adalah dokumen yang sangat penting dalam menganalisa kemajuan pada akhir penyelesaian proyek. Laporan-laporan yang diperlukan meliputi presentase penyelesaian proyek pada tiap-tiap aktivitasnya (Clough dan Sears, 1991). Beberapa langkah yang dilakukan dalam mengukur dan membuat laporan kemajuan proyek, yaitu (Soeharto, 1999, Clough dan Sears, 1991) :

1. Mengukur dan mencatat hasil kerja

Dalam pengukuran dan pencatatan hasil kerja ada beberapa informasi yang harus diperoleh, yaitu :

1. Pencatatan *actual start* dan *actual completion date*
2. Pencatatan kemajuan setiap aktivitas (*progress*)
3. Perubahan durasi dari suatu aktivitas
4. Penambahan atau pengurangan suatu aktivitas
5. Perubahan hubungan atau urutan dari suatu aktivitas (*job logic*)
6. Pencatatan laporan singkat tentang kejadian penting pada saat pengerjaan proyek.

2. Mencatat pemakaian sumber daya

Dalam pencatatan pemakaian sumber daya, informasi yang harus diperoleh, yaitu pencatatan dari macam-macam sumber daya yang dapat dipakai (alat berat, alat pertukangan, material).

3. Memeriksa kualitas

Dalam memeriksa kualitas sumber daya dan hasil pekerjaan ada beberapa informasi yang harus diperoleh yaitu :

1. Pencatatan dari macam-macam kualitas sumber daya apa saja yang diperiksa
2. Pencatatan dari kualitas pekerjaan apa saja yang diperiksa
3. Mencatat kinerja dan produktivitas

Dalam pencatatan kinerja dan produktivitas pekerja informasi yang harus diperoleh yaitu pencatatan terhadap sumber daya manusia yang melakukan aktivitas di proyek. Membandingkan Jadwal dengan Kemajuan dan Menentukan Akibat yang terjadi pada Tanggal Penyelesaian (*Analysis*) Menganalisa atau mengevaluasi tidak hanya dilakukan pada akhir proyek saja, tapi bisa juga dilakukan sewaktu-waktu apabila proyek telah terlihat ketinggalan dari jadwalnya (Smith, 2000). Setelah menerima laporan kemajuan

di lapangan, informasi yang didapat kemudian di bandingkan dengan penjadwalan proyek.

Dari perbandingan tersebut dapat dilihat aktivitas mana yang mengalami keterlambatan, sehingga dapat ditentukan dan dianalisa akibat-akibat yang terjadi pada tanggal penyelesaiannya. Tiap-tiap aktivitas yang mengalami keterlambatan harus dianalisa penyebabnya, apakah dikarenakan tingkat kesulitannya yang tinggi atau sebab lainnya, sehingga keterlambatan dengan sebab dan pada aktivitas yang sama tidak akan terulang lagi (Brandon dan Gray, 1970). Langkah-langkah dalam melakukan analisa dapat berupa (Clough dan Sears, 1991) :

1. Membandingkan secara berkala perencanaan kemajuan proyek dengan kenyataan di lapangan
2. Menentukan akibat/pengaruh yang terjadi pada tanggal penyelesaian dan pada sasaran waktu/tanggal-tanggal penting (*milestone*) proyek (setelah menerima laporan hasil perbandingan)
3. Memeriksa kemungkinan munculnya jalur kritis yang baru

Merencanakan dan Menerapkan Tindakan Pembetulan (*Plan and Implement Corerective Action*) Setelah laporan kemajuan tiap aktivitas proyek dianalisa, harus dibuat keputusan tentang bagaimana tindakan pembetulan, jika ada aktivitas yang ketinggalan dari jadwal. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu dilakukan langkah-langkah pembetulan. Tindakan pembetulan dapat berupa (Soeharto, 1999, Clough dan Sears, 1991) :

1. Realokasi sumber daya
2. Menambah jumlah tenaga kerja
3. Jadwal alternative (lembur, *shif*)
4. Membagi-bagi pekerjaan ke subkontraktor
5. Merubah metode kerja
6. *Work Splitting* (Pembagian pekerjaan dengan durasi yang lama)

Penyimpangan dari perencanaan dan penjawalan yang sudah ditetapkan terkadang tidak dapat diletakkan, oleh karena itu bila tidak dapat diatasi dengan cara- cara penanganan di atas, maka penjadwalan proyek tesebut perlu diperbaharui kembali. Tujuan dasar dari *updating* adalah meng-*schedule* ulang pekerjaan yang sudah dilakukan dengan menggunakan status proyek yang aktual sebagai awal mula penentuan ulang *schedule* proyek. Adapun beberapa tindakan yang perlu dilakukan dalam memperbaharui penjadwalan proyek, yaitu (Clough dann Sears, 1991) :

1. Perhitungan *float* dari setiap aktivitas dari jadwal yang baru
2. Perhitungan *project completion date* jadwal yang baru
3. Penyesuaian jadwal yang baru dengan jadwal yang sudah dikoreksi (*correcting schedule*)

Dalam kenyataan di lapangannya, pelaksanaan manajemen waktu proyek konstruksi banyak menemui kendala-kendala yang menyebabkan pelaksanaannya tidak optimal. Dari penelitian yang telah dilakukan beberapa ahli pada perusahaan kontraktor di Indonesia sebelumnya, disebutkan bahwa kendala-kendala yang sering dihadapi tersebut Metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

Teknik peninjauan evaluasi program (*PERT = Program Evaluation and Review Tehcnique*) adalah metode jaringan untuk menjadwalkan proyek yang pertama kali dikembangkan pada tahun 1950-an untuk kapal selam Polaris. Bekerja dengan ketidakpastian merupakan suatu kejadian yang acak dari perkiraan waktu tiap kegiatan. Kejadian yang tidak pasti merupakan cirri dari metode PERT. Oleh karena itu, tidaklah tepat dalam kasus ini untuk menetapkan waktu penyelesaian proyek secara konkrit.

PERT pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode PERT akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode PERT termasuk teknik penjadwalan karena PERT terdiri dari tiga tahapan, yaitu : perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan/pengawasan. Tujuan akhir dalam tahap penjadwalan ialah membentuk *time chart* yang dapat menunjukkan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek. Jadwal harus mampu menunjukkan kegiatan – kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu yang memerlukan perhatian khusus kalau proyek harus selesai tepat pada waktunya. Bagi kegiatan – kegiatan yang tidak tergolong jalur kritis jadwal harus menentukan banyaknya waktu yang mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif. *PERT* menggunakan pendekatan statistic dengan perkiraan tiga angka perkiraan waktu, antar lain:

1. Cara menghitung kurun waktu yang diharapkan (*Expected Duration Time*)
yaitu:

T_e = waktu diperkirakan

a = waktu optimis

m = waktu paling mungkin

b = waktu pesimis

Dugaan waktu optimal (a), yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan tanpa hambatan sedikitpun.

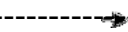
- Dugaan waktu paling mungkin (m), yaitu waktu yang paling sering terjadi dibandingkan dengan yang lainnya bila berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- Dugaan waktu pesimis (b), yaitu waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan bila segalanya ada hambatan.

Jaringan PERT diatur dengan tiap peristiwa diberi nomor dan dihubungkan dengan peristiwa lain. Anak panah menunjukkan aliran kerja dalam urutan yang logis. Anak panah yang penuh menunjukkan adanya kegiatan yang memerlukan waktu penyelesaian yang ditunjukkan oleh kelompok angka – angka yang bersangkutan dengan masing – masing anak panah. Anak panah yang terputus – putus pada umumnya menunjukkan kendala yang berwaktu nol.

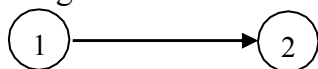
Salah satu peraturan panduan PERT ialah bahwa sewajarnya tiap kegiatan diidentifikasi dengan sebuah peristiwa yang mendahuluinya dan peristiwa yang mengikutinya guna membantu menjelaskan jaringan. Jaringan PERT mempunyai hubungan yang erat dengan pengorganisasian program dengan tanggung jawab pada

masing – masing kegiatan dengan pengendalian serta garis komunikasi yang memadai.

Beberapa ciri yang melekat pada jaringan PERT, yang diperhatikan pada waktu merencanakan sistem jaringan PERT, yaitu (Siagian, 1987) :

1. Setiap kegiatan tertentu harus diselesaikan sebelum terjadinya peristiwa. Demikian pula, kegiatan tidak dapat diawali sebelum mantapnya suatu peristiwa.
2. Semua jalur kegiatan harus lengkap dan tidak dapat diduplikasikan atau menunjukkan alternatif – alternatif.
3. Setiap peristiwa tertentu hanya dapat terjadi sekali
4. Setiap dua peristiwa hanya dapat dihubungkan oleh satu garis kegiatan.
5. Identifikasi lingkup proyek dan uraikan menjadi komponen – komponen
6. Susun komponen – komponen kegiatan sesuai dengan logika kebergantungan
7. Tentukan perkiraan waktu penyelesaian masing – masing kegiatan
8. Gunakan simbol  : untuk menggambarkan aktivitas (suatu pekerjaan/tugas, dimana penyelesaiannya memerlukan waktu, biaya serta fasilitas).
9. Gunakan simbol  Anak panah terputus-putus sebagai simbol aktivitas semu.
10. Simbol  : menunjukkan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan, contoh : Pekerjaan mengecat pintu, maka *event* pertama pintu belum dicat dan *event* kedua pintu telah dicat.

Pengecatan



Beberapa hal yang harus diperhatikan :

- a. Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai
- b. Gambar anak panah, sekedar menunjukkan urutan pekerjaan. Panjang anak panah tidak menunjukkan lamanya pekerjaan. Arah panah hanya menunjukkan urutan – urutan didalam mengerjakan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
- c. *Nodes*, lingkaran yang menunjukkan kejadian diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak ada *nodes* yang nomornya sama
- d. Dua buah kejadian hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah)
- e. Jaringan kerja (*Network*) hanya dimulai dari satu kejadian dan diakhiri oleh satu kejadian.
- f. *Dummy activities*
Untuk menyusun *network* sesuai ketentuan, kadang – kadang diperlukan *dummy activities* (kegiatan semu dan kejadian semu). Kegiatan semu adalah kegiatan yang tidak memerlukan waktu, biaya dan fasilitas. Kegunaan *dummy activities* adalah untuk menghindari terjadinya dua kejadian dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

Untuk menggambarkan variasi waktu aktivitas dalam jaringan kerja PERT, digunakan deviasi standar waktu aktivitas. Karena ada tiga perkiraan waktu untuk tiap aktivitas, maka dapat dihitung deviasi standar untuk aktivitas tersebut. Perbedaan antara waktu a dan waktu b menggambarkan jarak dari ujung

ekstrim sebelah kiri ke ujung ekstrim sebelah kanan pada distribusi kemungkinan waktu kegiatan jaraknya ± 3 deviasi standar. Dapat dirumuskan menjadi :

S = deviasi waktu standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

2. METODE PENELITIAN

Ada dua macam jenis penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Studi kepustakaan

Dalam studi ini dikumpulkan referensi tentang hal-hal yang berhubungan dengan bagaimana proses dan pelaksanaan dari manajemen waktu proyek konstruksi yang baik dari berbagai sumber, antara lain : literatur, baik buku ataupun jurnal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dasar teori yang menunjang penelitian. Selain itu, studi kepustakaan dibuat sebagai dasar dalam pembuatan daftar pertanyaan wawancara.

2. Studi Lapangan

Pengamatan lapangan informal ini berupa studi kasus pada perusahaan kontraktor Klasifikasi Besar , yaitu melakukan wawancara langsung dengan staf di perusahaan kontraktor tersebut yang mengerti dan terlibat langsung mulai dari penjadwalan, pelaksanaan, pengontrolan, hingga meng-update kembali jadwal suatu proyek konstruksi.

Ada dua jenis sumber data, yaitu :

1. Data-data primer

Data-data yang dikumpulkan dari studi kasus pengamatan lapangan secara informal, yaitu wawancara dengan staf dari perusahaan kontraktor.

2. Data-data sekunder

Data-data yang diperoleh dari studi literatur dengan berbagai buku referensi, dan jurnal.

Responden atau objek penelitian dari studi kasus yang dilakukan adalah perusahaan kontraktor Klasifikasi Menengah, yaitu usaha dengan nilai proyek lebih besar dari 1 Milyar Rupiah. Hambatan-hambatan yang ditemukan dalam melakukan wawancara dengan responden antara lain : Kesibukan responden yang akan diwawancarai, sehingga jadwal wawancara tidak pasti dan bisa berubah sewaktu-waktu

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan, maka penelitian dilakukan melalui:

1. Wawancara Langsung

Pengambilan sampel melalui metode wawancara ini dilakukan kepada responden dari perusahaan kontraktor Klasifikasi Menengah. Daftar pertanyaan yang dibuat hanya satu jenis saja. Dalam hal ini, satu perusahaan kontraktor yang diwawancarai hanya satu orang saja, yaitu orang yang mengerti dan terlibat langsung mulai dari penjadwalan, pelaksanaan, pengontrolan, hingga meng-update kembali jadwal suatu proyek konstruksi.

2. Studi Literatur

Dari beberapa literatur yang dibaca, dikumpulkan data-data yang diperlukan untuk mendukung pembuatan daftar pertanyaan wawancara untuk mencapai tujuan penelitian yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini diuraikan tentang hasil dan pembahasan dari studi mengenai evaluasi tentang waktu dan biaya pada proyek pembangunan jembatan di kabupaten lampung utara. Perhitungan yang dilakukan pada Proyek pembangunan ini berdasarkan pada beberapa literatur, yaitu dengan cara pengolahan data yang meliputi data-data yang diberikan oleh perusahaan dan keseluruhan perhitungan Penulis sesuai dengan permasalahan dan tujuan penelitian, tinjauan kepustakaan serta metode yang digunakan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya.

Dalam artikel ini penulis ingin menyajikan bentuk penjadwalan proyek yang dibuat dengan metode PERT. Kemudian dari penjadwalan yang sudah dibuat, penulis akan mencoba mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan biaya yang tidak bertambah yang berguna untuk melakukan penambahan jam kerja sehingga proyek akan lebih cepat selesai dari penjadwalan yang telah dibuat sebelumnya. Pembuatan penjadwalan proyek akan dibuat manual dengan metode PERT. Penjadwalan proyek akan diketahui lintasan kritis, dimana lintasan kritis ini memberikan informasi tentang beberapa kegiatan proyek dari seluruh kegiatan proyek yang tidak bisa ditunda pengerjaannya, karena bila ditunda maka keseluruhan kegiatan proyek juga ikut tertunda.

Proyek pembangunan berlangsung selama 180 hari. Proyek ini menghabiskan anggaran sebesar Rp 1.500.000.470,82 (*Satu Milyar Lima Ratus Juta Empat Ratus Tujuh Puluh Koma Delapan Puluh Dua Rupiah*).

Berdasarkan data *time schedule* dari proyek maka dapat dibuat logika ketergantungan seperti dibawah ini :

Tabel 1. Ketergantungan Item Pekerjaan

ITEM PEKERJAAN	SIMBOL	KETERGANTUNGAN	DURASI (hari)
A. PEKERJAAN PENDAHULUAN	A	-	14
B. PEKERJAAN LANTAI I			
I. PEKERJAAN PEMBATAS	B1	-	14
II. PEKERJAAN LANTAI DAN PELAPIS DINDING	B2	B5, C1, C2, C6	21
III. PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	B3	B6, C1	6
IV. PEKERJAAN TIANG	B4	B2,B3	7
V. PEKERJAAN SANITAIR	B5	B1, B2	7
VI. PEKERJAAN RELING TANGGA	B6	B1, C1	21
C. PEKERJAAN LANTAI II			
I. PEKERJAAN BETON (MUTU K-175)	C1	A,B1	21
II. PEKERJAAN BATA / PLESTERAN	C2	B1,B2	14
III. PEKERJAAN ASPAL	C3	B5,C1,C2	14
IV. PEKERJAAN PEMBATAS	C4	B5,C1,C2	14
V. PEKERJAAN PENGECATAN	C5	C1,C2	7
VI. PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	C6	B1,B5,C2,C5	6
VII. PEKERJAAN SANITAIR	C7	B6,C1,C2	7

VIII. PEKERJAAN ASPAL	C8	C1,C2, C5	7
-----------------------	----	-----------	---

Sumber : CV. Karya Berdikari (2022)

Penjadwalan proyek dengan metode PERT, dimulai dengan mengestimasi waktu penyelesaian setiap item kegiatan proyek kedalam 3 jenis estimasi waktu yaitu waktu optimis (a), waktu yang paling mungkin (m), dan waktu pesimis (b).

Berikut adalah salah satu contoh pengolahan data hingga menjadi bentuk suatu estimasi waktu Pekerjaan pendahuluan dengan durasi paling memungkinkan adalah 14 hari Pekerjaan pendahuluan terdiri dari :

1. Pekerjaan pagar sementara durasi 1 hari
2. Pembersihan lokasi durasi 1 hari
3. Pengukuran bowplank 1 hari
4. Gudang dan Los kerja durasi 7 hari
5. Pengadaan air kerja durasi 4 hari

Kelima pekerjaan tersebut hanya pekerjaan “pembersihan lokasi” dan “pengukuran bowplank” yang dapat di analisa karena ketiga pekerjaan lainnya bersifat analisa Ls atau taksiran.

Tabel 2. Trial Error 1

Nama Kegiatan	Volume	Jumlah Pekerja	Max dikerjakan perhari oleh 1 orang pekerja				Max dikerjakan perhari	Durasi penyelesaian (hari)
			Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3	Rata-rata		
Pembersihan Lokasi	252 m ²	26	10m ²	15m ²	10m ²	11,67 m	303,42	0,83
Pengukuran Bowplank	72 m	8	10m	15m	7m	10,67 m	85,36	0,84

Sumber : CV. Karya Berdikari (2022)

Dari hasil perhitungan uji coba dapat diketahui bahwa pekerjaan pembersihan lokasi jika dikerjakan secara maksimal maka dapat diselesaikan selama 0,83 hari ~ 1 hari. Dan pekerjaan pengukuran bowplank dapat dikerjakan selama 0,84 hari ~ 1 hari. Sehingga untuk analisa durasi optimis untuk pekerjaan pendahuluan tidak terjadi perubahan, karena tidak ada pekerjaan yang penyelesaiannya lebih cepat dari durasi yang ditentukan sebelumnya. Sehingga estimasi untuk durasi optimis (a) pada pekerjaan pendahuluan sama dengan durasi paling memungkinkan (m) yaitu 14 hari.

Tabel 3. Trial Error 2

Nama Kegiatan	Volume	Jumlah Pekerja	Max dikerjakan perhari oleh 1 orang pekerja				Max dikerjakan perhari	Durasi penyelesaian (hari)
			Uji Coba 1	Uji Coba 2	Uji Coba 3	Rata-rata		
Pembersihan Lokasi	252 m ²	26	5 m ²	10m ²	6 m ²	7 m	182	1,38

Pengukuran Bowplank	72 m	8	3 m	5 m	4 m	4 m	32	2,25
---------------------	------	---	-----	-----	-----	-----	----	------

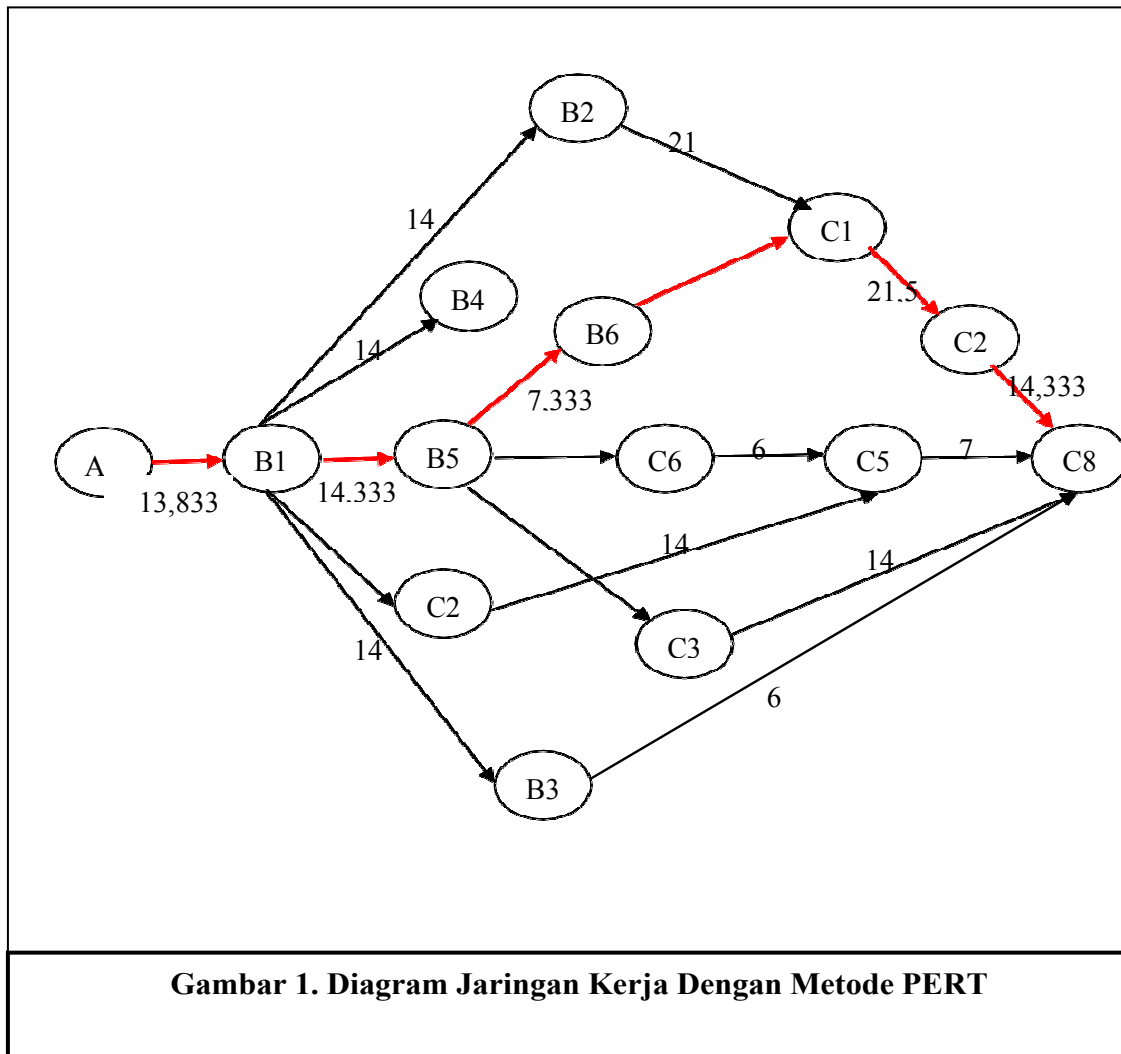
Sumber : CV. Karya Berdikari (2022)

Jika terjadi keterlambatan dalam pengerjaannya maka pekerjaan pembersihan lokasi dapat selesai hingga 1.38 hari ~ 2 hari atau lebih lama 1 hari dari durasi normal dan pengukuran bowplank dapat selesai hingga 2.25 hari ~ 3 hari atau lebih lama 2 hari dari durasi normal. Ini artinya untuk keseluruhan pekerjaan pendahuluan memungkinkan terjadi keterlambatan hingga 3 hari. Sehingga estimasi untuk durasi pesimis (b) pada pekerjaan pendahuluan adalah 14 hari + 3 hari = 17 hari.

Adapun hasil analisa keseluruhan proyek untuk estimasi durasi optimis (a), durasi paling memungkinkan (m) dan durasi pesimis (b) dapat dilihat pada tabel Estimasi waktu metode PERT.

Tabel 4. Estimasi waktu pada metode PERT				
ITEM PEKERJAAN	SIMBO L	DURASI OPTIMIS (a) (HARI)	DURASI YANG PALING MUNGKIN (m) (hari)	DURASI PESIMIS (b)(hari)
A. PEKERJAAN PENDAHULUAN	A	10	14	17
B. PEKERJAAN LANTAI I				
I. PEKERJAAN PEMBATA	B1	10	14	20
II. PEKERJAAN LANTAI DAN PELAPIS DINDING	B2	14	21	24
III. PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	B3	4	6	10
IV. PEKERJAAN TIANG	B4	6	7	10
V. PEKERJAAN SANITAIR	B5	6	7	10
VI. PEKERJAAN RELING TANGGA	B6	17	21	30
C. PEKERJAAN LANTAI II				
I. PEKERJAAN BETON (MUTU K-175)	C1	17	21	28
II. PEKERJAAN BATA / PLESTERAN	C2	10	14	20
III. PEKERJAAN ASPAL	C3	10	14	20
IV. PEKERJAAN PEMBATA	C4	8	14	20
V. PEKERJAAN PENGECATAN	C5	6	7	10
VI. PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	C6	4	6	10
VII. PEKERJAAN SANITAIR	C7	6	7	10
VIII. PEKERJAAN ASPAL	C8	6	7	10

Sumber : CV. Karya Berdikari (2022)



Hasil analisa penjadwalan dengan metode PERT dengan nilai te sebagai durasi yang digunakan dalam perhitungan, maka diketahui penyelesaian proyek (TE) selama 91 hari dan diperoleh jalur kritis pada diagram jaringan kerja pada kegiatan A-B1-B5-B6-C1-C2-C8 = $13,833 + 14,333 + 7,333 + 21,833 + 21,5 + 14,333 = 93,416594$.

Berdasarkan lintasan kritis yang telah didapat pada perhitungan, kemudian tentukan nilai deviasi standard dan varians pada proyek secara keseluruhan. Dan nilai varians kegiatan dapat dicari dengan rumus : $V(te) = S^2$

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai total varians ($\Sigma V(te)$) = 2,508 dan deviasi standar (S) = 3.14. Dari sifat kurva distribusi normal dimana area berada dalam interval (TE - 3S) dan (TE + 3S) maka besar rentang 3S adalah $3 \times 3.14 = 9.42$. Maka kurun waktu penyelesaian proyek adalah 94 ± 9.41 hari. Perkiraan penyelesaian proyek paling cepat adalah $94 - 9.42 = 84,58$ hari ~ 85 hari. Dan perkiraan penyelesaian proyek paling lambat adalah $94 + 9.41 = 103.42$ hari ~ 104 hari. Jika dalam hal ini target yang ingin dicapai adalah kurun waktu yang paling cepat, maka nilai $T(d) = 85$ hari.

Kemungkinan/ketidakpastian mencapai target jadwal pada metode PERT dinyatakan dengan z : Deviasi $z = -2,866$

Dengan menggunakan tabel distribusi normal komulatif dengan harga $z = -2,866$ maka diperoleh hasil 0,0020. Ini kemungkinan proyek untuk selesai dalam jangka waktu 85 hari hanya sekitar 0,20%. Untuk analisis selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Target dan Kemungkinan Penyelesaian Proyek

No	Target Penyelesaian	Deviasi z	Distribusi Normal Komulatif	Probabilitas/Kemungkinan Proyek dapat Selesai 100%
1	85	-2,86624	0,002	0,20%
2	86	-2,54777	0,0054	0,54%
3	87	-2,2293	0,0132	1,32%
4	88	-1,91083	0,0233	2,33%
5	89	-1,59236	0,0606	6,06%
6	90	-1,27389	0,1131	11,31%
7	91	-0,95541	0,1611	16,11%
8	92	-0,63694	0,2546	25,46%
9	93	-0,31847	0,3745	37,45%
10	94	0	0,5	50%
11	95	0,318471	0,6255	62,55%
12	96	0,636943	0,7486	74,86%
13	97	0,955414	0,8389	83,89%
14	98	1,273885	0,8888	88,88%
15	99	1,592357	0,9394	93,94%
16	100	1,910828	0,9767	97,67%
17	101	2,229299	0,9868	98,68%
18	102	2,547771	0,9948	99,48%
19	103	2,866242	0,998	99,80%
20	104	3,184713	0,99906	99,91%

Sumber : CV. Karya Berdikari (2022)

Dari hasil analisis diatas dapat diketahui bahwa:

1. kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 85 hari adalah 0.20%.
2. kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 94 hari adalah 50%.
3. kemungkinan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 104 hari adalah 99.91%.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, penjadwalan dengan menggunakan metode *PERT* pada proyek pembangunan Asrama LPTQ (Lembaga Pengembangan Tilawatil Qur'an) Desa Paya Peunaga memperlihatkan adanya pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Jumlah pekerjaan yang berada pada lintasan

kritis ini dapat dilihat pada Gambar 1 Diagram Jaringan Kerja dengan Metode PERT dengan adanya lintasan kritis ini metode perkiraan didapatkan bahwa lintasan kritis sangat efisien dalam mencapai pekerjaan. Dan durasi proyek juga mengalami perubahan dari 180 hari kerja yang direncanakan menjadi 104 hari kerja, atau lebih cepat 76 hari dari durasi awal yang direncanakan.

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian dan hasil perhitungan yang telah peneliti lakukan dalam hal penjadwalan durasi kerja, maka dapat diambil kesimpulan dan saran- saran yang dapat membangun kepada kita semua yang dilakukan pada penelitian proyek pembangunan

Setelah dilakukan penelitian untuk mendapatkan hasil dan dilakukan pembahasan mengenai penjadwalan kerja, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut dengan menggunakan metode PERT, proyek pembangunan jembatan paling cepat dapat diselesaikan selama 85 hari dengan kemungkinan 0,20 %, paling lambat dapat diselesaikan selama 104 hari dengan kemungkinan 99,91 %, paling mungkin diselesaikan selama 94 hari dengan kemungkinan 50 %.

Beberapa saran yang dikemukakan sehubungan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya perhitungan konsep hasil dapat dibandingkan dengan menggunakan program manajemen lainnya sehingga dapat dilihat perbandingan antar metode tersebut, seperti menggunakan metode perhitungan CPM, Program *Microsoft Office*, *PDM*, serta aplikasi *Primavera P6 Pro R8.4*.
2. Logika ketergantungan dibuat lebih simpel sehingga mekanisme pembuatan penjadwalan tidak menjadi rumit dan hasil penjadwalan yang dibuat lebih mudah dimengerti.
3. Dilanjutkan dengan evaluasi biaya

5. DAFTAR PUSTAKA

DIPOPRASETYO, Ibnu. Analisis Network Planning dengan Critical Path Method (CPM) dalam Usaha Efisiensi Waktu Produksi Pakaian Batik pada Butik “Omahkoe Batik” di Samarinda. *Ejournal Administrasi Bisnis*, 2016, 1: 1002-1015.

DWIRETNANI, Annisaa; KURNIA, Arrazaq. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Methode). *Jurnal Talenta Sipil*, 2018, 1.2: 58-63.

HARDIYANTO, SAMUEL. Optimalisasi Proyek Pembangunan Gedung Parkir Dan Masjid RSUD Pare Oleh PT Arwi Graha Sejahtera Dengan Metode Jalur Kritis (Critical Path Method). *Jurnal Simki Unp*, 2020, 1: 1-13.

KUMALA, Febriti Aryan; PURWANTI, Endang Pudji; AL AMIN, Mochammad Karim. Critical Path Method (CPM) pada pengerjaan pipeline dan analisis resiko pada pengelasan. *Journal of Welding Technology*, 2021, 3.1: 23-28.

MAISARI, ULAN; SUSANTI, Eka; DEWI, Novi Rustiana. *PENERAPAN FUZZY*

CRITICAL PATH METHOD (FCPM) DAN FUZZY PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (FPERT) PADA JARINGAN PROYEK REHABILITASI JALAN PENINGGALAN-SEI. LILIN-BETUNG. 2019. PhD Thesis. Sriwijaya University.

MAULUDDIN, Yusuf, et al. PENYEIMBANGAN LINTASAN PADA DIVISI SEWING DENGAN CRITICAL PATH METHOD. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2022, 10.3: 237-244.

POLII, Rovel Brando; WALANGITAN, Deane RO; TJAKRA, Jermias. Sistem Pengendalian Waktu Dengan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Menara Alfa Omega Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 2017, 5.6.

REGATAMA, Galan; AMIRUDDIN, Wilma; MULYATNO, Imam Pujo. Analisis Network Planning Reparasi Kapal SPB TITAN 70 Dengan Metode Critical Path Method. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 2019, 7.4.

SAPUTRA, Niko; HANDAYANI, Elvira; DWIRETNANI, Annisaa. Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 2021, 4.1: 44-52.

UMBARA, Farid Yudha. Analisis Keterlambatan Proyek Pasar Besar Ngawi Menggunakan Metode CPM (Critical Path Method). In: *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)*. 2021. p. 7-14.