

EVALUASI PELAKSANAAN PROYEK FIXED BRIDGE MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT

Revy Adrian Nugroho^{1*}, Abdul Wahid Nuruddin²

^{1,2} Teknik Industri, Universitas PGRI Ronggolawe

*Email: nugrohorevy4@gmail.com

ABSTRAK

Proyek *Fixed Bridge* mengalami keterlambatan selama 1 bulan dikarenakan adanya keterlambatan pengeringan proyek *Apron* dari subkontraktor lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pelaksanaan proyek *Fixed Bridge* Bandar Udara Sultan Hasanudin di Makassar. Menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Project Evaluation and Review Technique*). Metode CPM berguna untuk mengetahui jalur kritis proyek, sedangkan untuk metode PERT berguna untuk menghitung besar probabilitas waktu penyelesaian proyek sesuai dengan jalur kritisnya. Data yang digunakan adalah S Curve, Bill of Quantity, laporan harian, dokumentasi dan wawancara sehingga didapatkan hasil dari CPM yaitu 1 jalur kritis dengan kegiatan-kegiatan kritis yang berada didalamnya. Sementara hasil PERT yang memiliki peluang sebesar 57,14% dengan durasi waktu penyelesaian proyek selama 43 minggu. Jika ingin mendapatkan probabilitas yang lebih tinggi proyek dapat diselesaikan selama 45 minggu dengan tingkat probabilitas sebesar 98,98%.

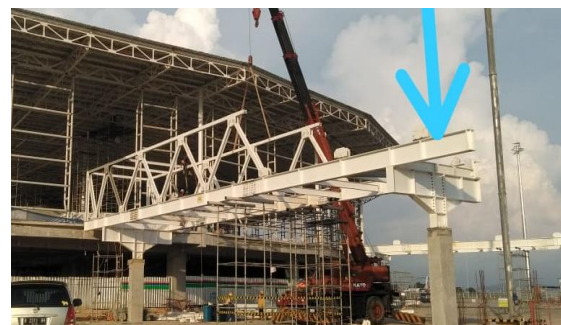
Kata Kunci: Manajemen Proyek; Penjadwalan Proyek; CPM; PERT

PENDAHULUAN

Manajemen proyek merupakan proses pengendalian aktivitas proyek dengan melakukan perhitungan persiapan sampai selesainya proyek beserta pengendalian proyek. Tujuan proyek adalah memastikan aktivitas, biaya, dan durasi proyek sesuai dengan rencana yang telah dibuat sebelumnya [1]. Penjadwalan serta estimasi waktu yang diterapkan pada masing-masing kegiatan proyek bertujuan untuk menyelesaikan proyek hingga tercapai hasil yang optimal dengan memanfaatkan sumber daya yang terbatas [2]. Waktu, mutu dan biaya merupakan tiga hal penting yang harus diperhatikan dalam proyek konstruksi [3]. Prinsip yang terdapat dalam manajemen proyek terdiri dari perencanaan, pengorganisasian, pergerakan, pengendalian, cara atau sistem dan yang terakhir adalah informasi [4].

Dengan adanya permasalahan yang timbul pada suatu proyek dibutuhkan perencanaan penjadwalan yang lebih baik lagi. Metode CPM dan PERT merupakan metode yang paling umum dipakai untuk membuat serta menganalisa penjadwalan proyek. *Critical Path Method* (CPM) adalah metode untuk melakukan perencanaan dan *monitoring* proyek, CPM merupakan metode yang paling banyak dipakai dari seluruh metode lain yang

menggunakan prinsip diagram jaringan. Metode CPM biasa digunakan pada dunia industri maupun proyek konstruksi. Metode ini digunakan jika diketahui durasi pekerjaan serta durasi pekerjaan yang stabil [5]. Sedangkan PERT adalah metode yang akan mengambil elemen-elemen pekerjaan yang belum pasti, selanjutnya akan menganalisa kemungkinan penyimpangan proyek atau sesuai target penyelesaian [6].



Gambar 1. Foto *Fixed Bridge* Bandar Udara Sultan Hasanudin di Makassar

Banyak dijumpai permasalahan yang timbul dalam proyek dan yang paling sering adalah keterlambatan proyek. Hal tersebut terjadi pada proyek *Fixed Bridge* Bandar Udara Sultan Hasanudin di Makassar yang digarap oleh PT. Bahtera Cipta Anugrah, *Fixed Bridge* adalah jembatan tetap yang menghubungkan

terminal dengan pesawat. Proyek ini mengalami keterlambatan selama 1 bulan dibandingkan waktu perencanaannya, dikarenakan adanya keterlambatan pengeringan proyek *Apron* dari subkontraktor lain. Dengan menggunakan metode CPM dan PERT diharapkan dapat mengetahui jalur kritis sehingga dapat digunakan untuk melakukan percepatan pada proyek *Fixed Bridge* dan diketahui probabilitas durasi penyelesaian proyek *Fixed Bridge*.

METODE PENELITIAN

Pada tahapan metodologi penelitian ini dimulai dengan tahapan sebagai berikut:

1. *Work Breakdown Structure* (WBS)
2. *Gantt Chart*
3. *Critical Path Method* (CPM)
4. *Project Evaluation and Review Technique* (PERT)

Web Breakdown Structure (WBS)

Dalam mengatur atau manajemen suatu proyek, pekerjaan harus terinci pada setiap uraian pekerjaannya. *Work Breakdown Structure* merupakan pembagian uraian pekerjaan agar setiap pekerjaan dapat dijelaskan dari setiap detailnya. *Work breakdown structure* (WBS) merupakan suatu pengelompokan aktivitas pekerjaan yang ditampilkan dalam bentuk bagan untuk mengatur dan membagi kegiatan utama suatu proyek [7]. WBS merupakan detail struktur pekerjaan yang mencakup perlengkapan, aktivitas-aktivitas dan data yang tercipta dari pengembangan teknik proyek dan mengidentifikasi proyek secara keseluruhan. Bentuk WBS terlihat seperti gambar piramida, posisi paling atas menjabarkan seluruh aktifitas pekerjaan. Posisi paling atas merupakan tujuan yang harus dicapai sehingga disebut level 0. Level dibawahnya merupakan level 1 yang berupa deskripsi pekerjaan di level sebelumnya. Demikian level-level dibawahnya disebut level 2, 3, dan seterusnya.

Gantt Chart

Henry L. Gantt merupakan pengembang *Bar Chart* yang pertama kali, sehingga sering disebut dengan *Gantt Chart*, adalah perencanaan proyek dari saat dimulainya hingga selesai yang disusun dalam suatu diagram batang [9].

Gantt Chart adalah bagan batang horizontal yang menggambarkan uraian aktivitas pada

proyek berdasarkan perencanaan penjadwalan. Manfaat *gant chart* [10] yaitu:

1. Mempermudah pekerja proyek untuk memahami uraian pekerjaannya masing-masing.
2. Mengetahui seluruh jadwal kegiatan proyek.
3. Bisa digunakan sebagai pelaporan jika digabungkan dengan metode yang lainnya.

Critical Path Method (CPM)

Metode CPM merupakan suatu metode dengan membuat diagram jaringan untuk digunakan dalam melakukan perencanaan serta pengendalian proyek. Metode CPM juga mempunyai fungsi untuk menentukan total durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, serta hubungan antara aktivitas dalam proyek [11].

Mengetahui jalur kritis dalam diagram jaringan suatu proyek mempunyai manfaat [12] sebagai berikut:

1. Keterlambatan kegiatan pada jalur kritis dapat menyebabkan penyelesaian proyek secara keseluruhan tertunda.
2. Percepatan proyek dapat dilakukan dengan mempercepat kegiatan proyek yang berada pada jalur kritis.
3. *Monitoring* dapat dilakukan dengan ketat pada kegiatan yang berada di jalur kritis untuk mengurangi resiko keterlambatan proyek.

Beberapa istilah yang perlu diketahui dalam CPM [13] yaitu:

- 1) *Total Float*
Total Float merupakan jumlah waktu yang ada sebagai keterlambatan pelaksanaan kegiatan, namun tidak mempengaruhi penyelesaian proyek.
Rumus : $TF = SPL_j - L - SPA_i$
- 2) *Free Float*
Free Float merupakan jumlah waktu yang ada sebagai keterlambatan pelaksanaan kegiatan, namun tidak mempengaruhi dimulainya kegiatan yang mengikutinya.
Rumus : $FF = SPA_j - L - SPA_i$
- 3) *Independent float*
Independent Float merupakan aktivitas yang pelaksanaannya boleh digeser dan tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek.
Rumus : $IF = SPA_j - L - SPL_i$

Contoh :



$$\begin{aligned} \mathbf{TF} &= \text{SPL}_j - L - \text{SPA}_i \\ &= 20 - 4 - 13 \\ &= 3 \\ \mathbf{FF} &= \text{SPA}_j - L - \text{SPA}_i \\ &= 17 - 4 - 13 \\ &= 0 \\ \mathbf{IF} &= \text{SPA}_j - L - \text{SPL}_i \\ &= 17 - 4 - 16 \\ &= -3 \end{aligned}$$

Project Evaluation and Review Technique (PERT)

PERT diperlukan untuk perencanaan monitoring dan evaluasi kegiatan-kegiatan dalam suatu proyek. Metode PERT mempunyai tiga estimasi waktu [14] yaitu:

1. Waktu *pesimistic* (b), merupakan waktu terlama yang diperlukan dalam penyelesaian suatu aktivitas.
2. Waktu *most likely* (m), merupakan waktu penyelesaian proyek yang mempunyai kemungkinan keberhasilan tertinggi.
3. Waktu *Optimistic* (a), merupakan waktu tercepat yang diperlukan dalam penyelesaian suatu aktivitas.

Berikut adalah langkah-langkah untuk menentukan nilai probabilitas waktu penyelesaian proyek:

1. Menghitung variasi kegiatan

$$Te = (a + 4m + b) \left(\frac{1}{6}\right)$$

Keterangan:

- Te = perkiraan waktu aktifitas
- a = waktu optimis
- m = waktu normal
- b = waktu pesimis

2. Menghitung deviasi standar

$$S = \left(\frac{1}{6}\right) (b-a)$$

Keterangan:

- S = standar deviasi
- a = waktu optimis
- b = waktu pesimis

3. Menghitung variasi kegiatan

$$V(te) = S^2$$

Keterangan:

- V(te) = varian kegiatan

- S = standar deviasi
- a = waktu optimis
- b = waktu pesimis

4. Menghitung Probabilitas penyelesaian proyek

$$Z = \frac{Tx - TE}{S}$$

Keterangan:

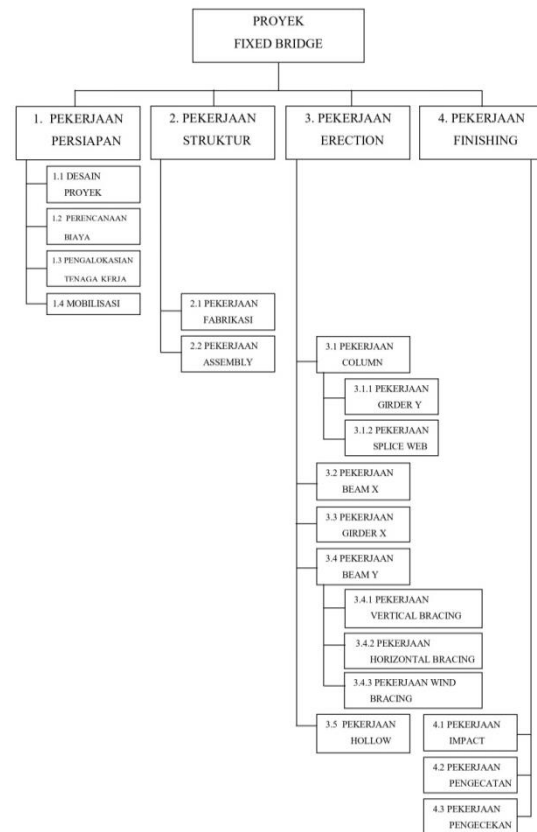
- Z = varian kegiatan
- Tx = waktu yang diinginkan
- TE = waktu optimis
- S = standar deviasi

Nilai Z akan menunjukkan tingkat probabilitas penyelesaian proyek dengan merubahnya dalam tabel distribusi normal [15]

HASIL DAN PEMBAHASAN

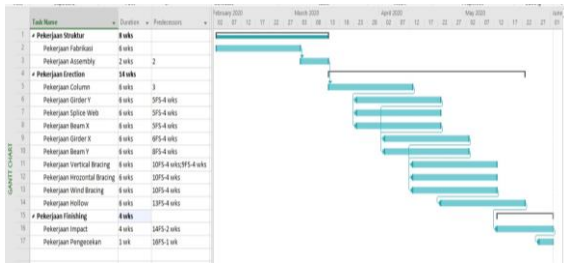
Penguraian Kegiatan Proyek

Uraian Pekerjaan *Fixed Bridge* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. WBS Proyek Fixed Bridge

Setelah didapatkan penguraian pekerjaan proyek untuk mengetahui durasi serta bobot kegiatan proyek dibutuhkan pembuatan *Gantt Chart*. Dengan mengikuti langkah-langkah yang sudah terdapat dalam metode penelitian, berikut adalah hasil dari *Gantt Chart*:

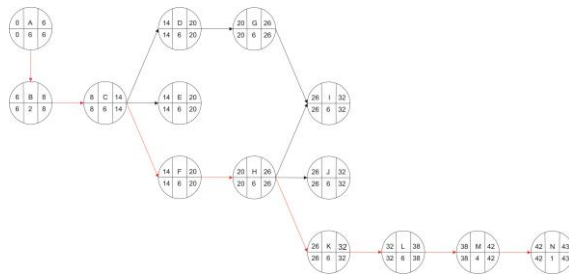


Gambar 3. Gantt Chart Proyek Fixed Bridge

Penentuan Jalur Kritis dengan CPM

Jalur kritis merupakan lintasan yang berisikan kegiatan-kegiatan yang waktu pelaksanaannya tidak boleh ditunda, terdapat pada awal peristiwa *network diagram* sampai pada akhir peristiwa *network diagram*. Dalam pembuatannya diperlukan analisa untuk menentukan *Total Float (TF)*, *Free Float (FF)* dan *Independent Float (IF)*.

Untuk mempercepat durasi proyek maka lintasan kritis inilah yang perlu dipercepat, berikut adalah hasil penentuan lintasan kritis:



Gambar 4. Jalur Kritis Proyek Fixed Bridge

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa lintasan kritis pada proyek Fixed Bridge, yaitu : A-B-C-F-H-K-L-M-N dengan total durasi kegiatan adalah 43 minggu.

Perhitungan Probabilitas Waktu Penyelesaian Proyek

Dalam mengestimasi waktu pelaksanaan proyek dapat menggunakan metode PERT dengan menghitung waktu optimis (a), waktu *most likely* (m) dan waktu pesimis (b) untuk mengukur probabilitas waktu penyelesaian proyek. Probabilitas bermaksud mengukur ketidakpastian, serta coba menjelaskan secara kuantitatif. Berikut adalah perhitungan PERT:

1. Menentukan waktu optimis (a) dan waktu pesimis (b)

Waktu optimis dan waktu optimis diperoleh dari interview langsung kepada

Project Manager Proyek Fixed Bridge. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Waktu Optimis, Waktu *Most Likely* dan Waktu Pesimis

Kegiatan	Optimis (a)	Most Likely (m)	Pesimis (b)
A	5	6	7
B	2	2	3
C	4	6	6
D	4	6	8
E	3	6	6
F	5	6	7
G	5	6	7
H	5	6	7
I	6	6	8
J	6	6	8
K	4	6	6
L	6	6	9
M	3	4	4
N	1	1	1
Total	59	73	87

2. Menghitung waktu aktivitas (te), standar deviasi (s) dan varians (v).

Hasil perhitungan waktu aktivitas (te), standar deviasi (s) dan varians (v) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Waktu Aktivitas, Standar Deviasi dan Varians

Kegiatan	Aktivitas (te)	Varians (V)	Deviasi (s)
A	6	0,111	0,333
B	2,17	0,028	0,167
C	5,667	0,111	0,333
D	6	0,444	0,667
E	5,5	0,25	0,5
F	6	0,111	0,333
G	6	0,111	0,333
H	6	0,111	0,333
I	6,333	0,111	0,333
J	6,333	0,111	0,333
K	5,667	0,111	0,333
L	6,5	0,25	0,5
M	3,833	0,028	0,167
N	1	0	0
Total	73	1,889	4,667

3. Menghitung Probabilitas Tabel Normal-z-value

Probabilitas dihitung hanya pada kegiatan yang berada di jalur kritis = A-B-C-F-H-K-L-M-N dengan durasi 43 minggu, rumusnya sebagai berikut:

Tx = Waktu penyelesaian yang diinginkan

TE = Total waktu aktivitas yang berada pada jalur kritis
 = 42,833 minggu

S = Standar Deviasi
 = $\sqrt{\text{varian}}$
 = 0,928

Misal waktu yang diinginkan (Tx) sebesar 41 Minggu, berikut adalah perhitungannya:

$$z = \frac{T_x - TE}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{41 - 42,833}{0,928} = -1,9757$$

Dengan menggunakan (Tx) sebesar 41 minggu didapatkan nilai normal-z-value adalah -1,9757 jika dikonversi dengan tabel distribusi normal didapatkan probabilitas sebesar 0,0244 atau 2,44%. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan waktu yang diinginkan (Tx) lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Probabilitas waktu yang diinginkan

Tx	Normal z-value	Probabilitas (%)
41	-1,9757	2,44%
42	-0,8980	18,94%
42,833	0,0000	50%
43	0,1796	57,14%
44	1,2572	89,44%
45	2,3349	98,98%

Dengan diketahuinya tabel probabilitas waktu yang diinginkan, proyek *Fixed Bridge* mempunyai waktu penyelesaian sesuai jalur kritisnya sebesar 43 minggu, dapat dilihat pada tabel 4.6 dengan penyelesaian waktu proyek selama 43 minggu diketahui nilai probabilitasnya sebesar 57,14%.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada proyek *Fixed Bridge* Bandar Udara Sultan Hasanudin di Makassar dapat diketahui letak jalur kritis beserta kegiatan-kegiatan yang terdapat didalamnya adalah A-B-C-F-H-K-L-M-N dengan total durasi kegiatan adalah 43 minggu.

Sedangkan probabilitas dari rencana penjadwalan proyek *Fixed Bridge* ini diketahui sebesar 57,14% dengan durasi waktu penyelesaian proyek selama 43 minggu. Jika ingin mendapatkan probabilitas yang lebih tinggi proyek dapat diselesaikan selama 45 minggu dengan tingkat probabilitas sebesar 98,98%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sitanggang, N., Simarmata, J., dan Luthan, Putry L.A. 2019. Pengantar Konsep Manajemen Proyek untuk Teknik. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [2] Santoso, Thomas D., Fauji, Diah A. S., dan Kurniawan, Rony. 2020. *Metode CPM & GANTT CHART Untuk Penjadwalan dan Analisis Aktivitas Kritis pada Proyek Pembangunan Perumahan Griya Permata Utama Kediri*. Prosiding Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 10-24 Agustus 2020.
- [3] Kiswati, Sri. 2019. Analisis Konsultan Manajemen Konstruksi Terhadap Penerapan Manajemen Waktu pada Pembangunan Rumah Sakit di Jawa Tengah. *Jurnal NeoTenika*, Volume 5, Nomor 1.
- [4] Sutomo, Yudi, Anwar, Saihul, dan Firmanto, Arief. 2016. Analisis Manajemen Proyek Pembangunan Kantor PT. Prima Multi Usaha Indonesia. *Jurnal Konstruksi*, Volume 5, Nomor 4.
- [5] Utomo, Gunaedy, Hendriyani, Irna. dan Aida, Siti N. 2020. Evaluasi Pelaksanaan Proyek Drainase Dengan Metode CPM dan PERT. *Jurnal Media Ilmiah Teknik Sipil*, Volume 9, Nomor 1 : 44-52.
- [6] Oktrima, Bulan. 2018. Evaluasi Waktu Penyelesaian Proyek dengan Metode PERT (*Project Evaluation and Riview Technique*) di PT. ConcoPhillips Indonesia. *Jurnal SAINTIKA UNPAM*, Volume 1, Nomor 1.

- [7] Setiawan, Edi. 2019. Manajemen proyek Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web. *Jurnal Teknik*, Volume 17, No. 2
- [8] Shofan, Shofyan. 2018. *Penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember Menggunakan Metode Gantt Chart*. Disertasi Tidak Diterbitkan. Jember: Program Pascasarjana Universitas Jember.
- [9] Rani, Hafnidar A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish.
- [10] Setiawan, Anang., Abduh, Moh. (2020). “Percepatan Proyek dengan Metode Crashing Proyek Perpustakaan Daerah Ngawi”, *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2020*.
- [11] Abdurrasyid, Luqman, Haris, Abdul, dan Indrianto. 2019. Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal. *Jurnal Komputer dan Informatika*, Volume 5 No. 1.
- [12] Setiawati, Sri, Syahrizal, dan Dewi, Rezky A. 2017. Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil USU*
- [13] Ningrum, Fika Giri A., Hartono, Widi, dan Sugiyarto. 2017. Penerapan Metode *Crashing* dalam Percepatan Durasi Proyek dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan *Shift* Kerja. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*.
- [14] Arianie, Ganesstri P., dan Puspitasari, Nia B. 2017. Perencanaan Manajemen Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd). *Jurnal Teknik Industri*, Volume 12, No. 3.
- [15] Caesaron, Dino, dan Thio, Andrey. 2015. Analisa Penjadwalan Waktu dengan Metode Jalur Kritis dan PERT pada Proyek Pembangunan Ruko. *Journal of Industrial Engineering & management Systems*, Volume 8, Nomor 2.