



EVALUATION OF TIME AND COST USING CRITICAL PATH METHOD AND CRASHING IN THE TRENGGALEK ARCHIVES BUILDING PROJECT

EVALUASI WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE CRITICAL PATH METHOD DAN CRASHING PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ARSIP TRENGGALEK

Yoppie Fanny Ryandre

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-mail: yoppifanny@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Correspondent:

Yoppie Fanny Ryandre

rosulzainuddin@gmail.com

Key words:

CPM (Critical Path Method), Acceleration, Crashing

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Page: 740 - 754.

Construction activities are project activities related to building and infrastructure activities which include work activities in the field of civil engineering. In the Trenggalek Land Office Archives Building project, it is a place for final project research. Delays in presenting project work plan targets in the schedule are problems that require rescheduling and acceleration of project work, because if project work items can be completed quickly and precisely then the time required for the work can be completed earlier than planned before being accelerated. In this research, time and cost evaluation uses the CPM method as a tool in solving critical path problems, reading the critical path of work and the Crashing method to determine the comparison of costs and time due to acceleration. The software used for normal scheduling and determining work in the critical path is Microsoft Project 2013. The data analysis used is the master schedule, RAB, HSPK for 2022. The normal work time for the Trenggalek Land Office Archives Building project is 149 days at a cost of Rp. 2,550,000,000.00. After applying the CPM and Crashing methods to the project, an acceleration time of 59 days was obtained with the addition of 1 hour of overtime per day on critical path work. The total cost of critical path work is Rp. 162,145,965.78 and the time required after being accelerated becomes 90 days with a total cost of Rp. 2,712,145,965.78.

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Koresponden

Yoppie Fanny Ryandre
rosulzainuddin@gmail.com

Kata kunci:

CPM (Critical Path Method), Percepatan, Crashing

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Hal: 740 - 754.

Aktivitas kegiatan konstruksi merupakan aktivitas proyek yang bersangkutan dengan kegiatan membangun suatu gedung dan infrastruktur yang meliputi aktivitas pekerjaan bidang teknik sipil. Pada proyek Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek menjadi tempat untuk penelitian tugas akhir. Keterlambatan presentasi target rencana pekerjaan proyek dalam schedule adalah permasalahan yang harus dilakukan penjadwalan ulang dan percepatan pekerjaan proyek, dikarenakan jika item pekerjaan proyek dapat diselesaikan dengan cepat dan tepat maka waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut dapat diselesaikan lebih awal dari rencana sebelum dipercepat. Pada penelitian ini evaluasi waktu dan biaya menggunakan metode CPM sebagai alat bantu dalam menyelesaikan permasalahan jalur kritis, membaca jalur kritis pekerjaan dan metode Crashing untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu akibat adanya percepatan. Software yang digunakan untuk penjadwalan normal dan menentukan pekerjaan dalam lintasan kritis yaitu Microsoft Project 2013. Analisa data yang dipakai yaitu master schedule, RAB, HSPK tahun 2022. Waktu pekerjaan normal proyek Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek yaitu selama 149 hari dengan biaya Rp. 2,550,000,000.00. Setelah penerapan metode CPM dan Crashing pada proyek didapatkan waktu percepatan selama 59 hari dengan penambahan 1 jam lembur tiap harinya pada pekerjaan lintasan kritis. Total biaya pada pekerjaan lintasan kritis yaitu Rp. 162,145,965.78 dan waktu yang dibutuhkan setelah dipercepat menjadi 90 hari dengan biaya total Rp. 2,712,145,965.78

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan kumpulan dari item pekerjaan yang sensitive karena dalam setiap aspek konstruksi saling mempengaruhi antara satu dengan yang lain (Pratasik, 2013). Aktivitas kegiatan konstruksi merupakan aktivitas proyek yang bersangkutan dengan kegiatan membangun suatu gedung dan infrastruktur yang meliputi aktivitas pekerjaan bidang teknik sipil. Proyek konstruksi pembangunan di Indonesia menjadi tantangan bagi dunia jasa konstruksi. Dalam mengelola proyek suatu perusahaan harus bersifat professional, dengan tuntutan mendapatkan hasil yang baik, biaya yang mampu bersaing dan penyelesaian dalam mengerjakan produk berdasarkan waktu yang ditentukan. Keberhasilan proyek ditentukan dari perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek secara efektif dan efisien sehingga proyek dapat mencapai target atau deadline yang telah dijadwalkan. Dalam pelaksanaan sering tidak dilaksanakan secara efektif dan efisien, dengan pengaruh yang menyebabkan keterlambatan waktu dan penambahan biaya.

Keterlambatan suatu proyek merupakan masalah yang memberikan dampak pada semua aktivitas kegiatan suatu proyek. Keterlambatan dalam proyek sangat berpengaruh pada biaya proyek dan waktu proyek, karena dapat memberikan

penambahan biaya dan lamanya pengerjaan proyek. Solusi dalam keterlambatan proyek perlu adanya pengendalian proyek dan manajemen proyek dengan tujuan meminimalisir suatu keterlambatan. Sistem manajemen yang baik dapat mengelola manajemen aktivitas seperti penjadwalan proyek dalam pengelolaan human resource yang ikut serta dalam pelaksanaan proyek, agar nantinya kontraktor dalam mengeluarkan estimasi biaya pengerjaan proyek dapat ditekan semaksimal mungkin dalam menghindari penambahan biaya. Dalam tugas akhir ini penulis menerapkan penggunaan CPM (Critical Path Method) dalam membuat lintasan kritis pekerjaan dan Crassing untuk menganalisis waktu dan biaya dalam proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan.

Proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan dibangun oleh perusahaan kontruksi PT. Bangun Mulya Tan Abadi. Perusahaan kontruksi PT. Bangun Mulya Tan Abadi pada proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan ini berperan sebagai kontraktor pelaksana. Gedung dibangun di jalan Jl. KH. Agus Salim No. 18 Kelurahan Sumbergedong, Trenggalek. Dari penjadwalan berdasarkan time schedule pelaksanaan proyek tersebut selama 26 minggu. Aktivitas proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek meliputi enam belas jenis pekerjaan. Kegiatan proyek diperkirakan selesai pada bulan Mei 2023. Dalam pelaksanaan pengerjaan target rencana mengalami keterlambatan pada minggu ke 2 sampai minggu ke 8 dimana persentase rencana awal minggu ke 2 yaitu 5,81% terlaksana 3,58%, minggu ke 3 11,91% terlaksana 5,84%, minggu ke 4 15,55% terlaksana 10,32%, minggu ke 5 17,73% terlaksana 12,62%, minggu ke 6 18,81% terlaksana 14,57%, minggu ke 7 21,14% terlaksana 17,38%, minggu ke 8 22,92% terlaksana 22,60% penurunan target rencana terjadi pada pekerjaan batu belah, pekerjaan pemasangan bata merah, dan pekerjaan betonan. Dengan faktor penyebab penurunan nilai target rencana pekerjaan yaitu adanya perubahan rencana proses pelaksanaannya, penentuan jenis material yang terlambat pemutuserannya yang mengakibatkan material kedatangannya tidak sesuai rencana kerja. Permasalahan tersebut merupakan kajian yang cukup menarik dalam penelitian, maka peneliti ingin, menjadwalkan ulang bagaimana manajemen waktu dan biaya dalam menyelesaikan proyek kontruksi tersebut. Dengan demikian peneliti mampu melakukan evaluasi waktu dan biaya proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan ini dari awal hingga akhir.

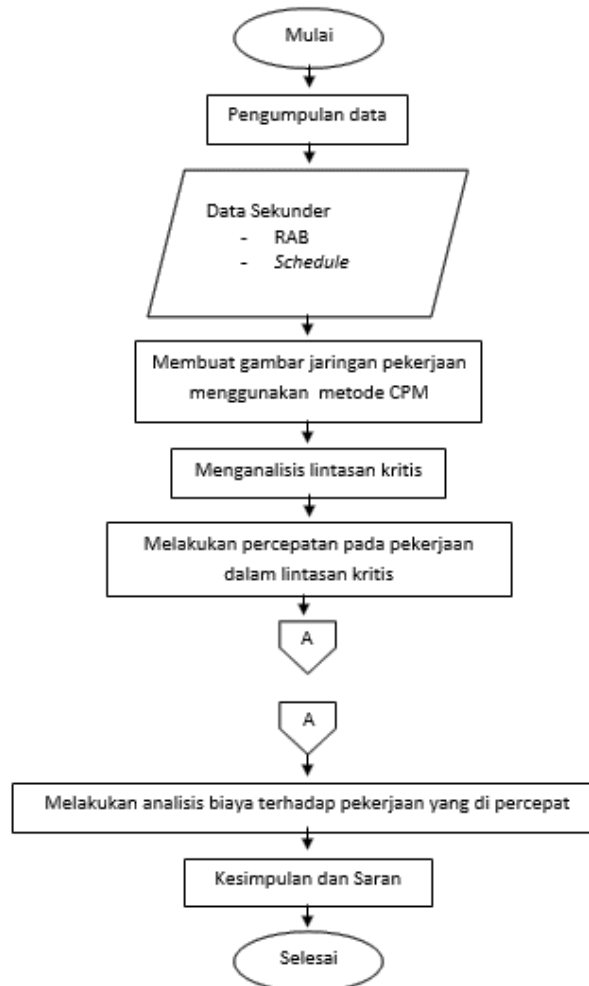
Dari permasalahan yang terjadi dapat dilakukan perencanaan yang baik dengan memakai metode CPM (Critical Path Method) dan Crassing dengan tujuan mendapatkan percepatan waktu dan biaya yang optimal. Metode CPM sebagai alat bantu dalam menyelesaikan permasalahan jalur kritis, membaca jalur kritis pekerjaan sehingga dapat membantu manajemen proyek mengatur permasalahan dengan baik dalam mempertahankan kualitas dan mutu dari suatu bangunan dan metode Crassing untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu akibat adanya percepatan. Memfasilitasi manajemen sumber daya yang efektif dan lebih memahami cara menerapkan sumber daya alam. Membantu menghindari keterlambatan yang dapat menghambat waktu pekerjaan proyek dengan memetakan dependensi proyek menggunakan diagram jaringan.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Critical Path Method dan Crashing pada Proyek Pembangunan Gedung Arsip Trenggalek.

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana proyek, berupa Gambaran Kerja Proyek dan Data Rencana Anggaran Biaya.



Sumber: Olahan Peneliti, 2023

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam mendapatkan penyelesaian penelitian ini perlu dilakukan pengumpulan data, agar dapat menyelesaikan masalah yang ada dan didapatkan hasil yang sesuai dengan apa yang diinginkan.

Serta dalam tata cara dalam penelitian ini disusun dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi permasalahan yang ada, yaitu terjadi keterlambatan proyek pada pekerjaan sehingga dapat menimbulkan penambahan biaya atau anggaran yang bisa membuat kerugian pada proyek.
- Merumuskan permasalahan yaitu dengan membuat jaringan kerja yang bisa mengelola waktu dan biaya yang ada pada proyek secara optimal.
- Menuntaskan permasalahan yang sudah dirumuskan, perlu adanya teori dasar yang benar serta tepat melalui *literature* yang ada.

- d. Mengumpulkan data berupa jadwal pelaksanaan dan rencana anggaran biaya dalam proyek selama masa pelaksanaan.
- e. Mengolah semua data yang diperoleh menggunakan metode CPM.

Konsep Penelitian

Kegiatan penelitian adalah bidang studi kasus dalam menganalisis dan optimalisasi durasi setiap pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek. Tujuan dari penelitian melakukan analisis dan percepatan terhadap *schedule* pekerjaan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi faktor keterlambatan pekerjaan, mengoptimalkan durasi dan biaya pekerjaan dengan menerapkan metode CPM dan *Crashing*. Jenis-jenis pekerjaan dilakukan estimasi ulang dalam pengerjaannya, sehingga didapat durasi dan biaya yang lebih efisien.

Pengumpulan Data

Adalah kegiatan mencari data dilapangan yang akan digunakan untuk menjawab setiap permasalahan penelitian. Validitas dalam pengumpulan data serta kualifikasi pengumpulan data sangat diperlukana untuk memperoleh data dengan kualitas tinggi. Pada penelitian ini menggunakan sebuah data yang didapat dari perusahaan PT. Bangun Mulya Tan Abadi yang berupa data umum proyek, data sekunder.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Setelah mendapatkan data penelitian dari kontraktor pelaksana proyek pembangunan Gedung Arsip Pertanahan Trenggalek, tahap selanjutnya akan dilakukan analisa waktu dan biaya terhadap data tersebut.

1. Penjadwalan Proyek

Pembuatan jadwal proyek Gedung Arsip Pertanahan Trenggalek memiliki langkah-langkah yaitu, sebagai berikut:

- a. Survey lokasi proyek
Tahapan awal dalam mengetahui letak kondisi tanah dan keadaan lingkungan atau luasan area yang akan dibangun.
- b. Identifikasi lokasi proyek
Kegiatan yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan kepemimpinan serta pengawasan dalam penggunaan sumber daya yang dimiliki.
- c. Membuat gambaran fisik keadaan lapangan proyek
Memberikan gambaran dilapangan kepada *owner* sebagai laporan terkait dalam rencana pelaksanaan kerja.
- d. Metode, rencana kerja dan syarat-syarat (RKS)
Aktivitas kegiatan dilakukan ketika *owner* sudah memiliki gambaran lapangan proyek, setelah mendapatkan persetujuan dalam bentuk metode pelaksanaan serta RKS atau spesifikasi pembangunan proyek.

2. Pembagian Aktivitas Pekerjaan

Tujuan pembagian aktivitas dalam pekerjaan yaitu menentukan metode pekerjaan yang lebih diutamakan, serta jumlah tenaga kerja yang efektif dan material yang dibutuhkan dalam melaksanakan aktivitas pekerjaan. Setiap organisasi harus mengetahui kondisi antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lainnya. Metode ini digunakan sebagai penentuan pekerjaan yang didahulukan dan dijadikan sebagai

landasan dalam pekerjaan lainnya. Dalam penelitian ini data yang kumpulkan dalam bentuk *master schedule*. Jadwal induk tidak merinci pekerjaan dalam setiap lantai. Dengan demikian, melakukan pemeriksaan akan menggambarkan secara detail kegiatan yang di jadwalkan harus akurat dengan aktivitas kegiatan yang telah diselesaikan proyek.

3. Volume Pekerjaan

Setiap item pekerjaan dalam suatu proyek memiliki nilai volume. Jumlah besaran volume item pekerjaan dihitung berdasarkan gambar rencana pekerjaan atau *shopdrawing*. Tahapan menghitung besaran biaya proyek diawali dengan menghitung volume pekerjaan. Data RAB (Rencana Anggaran Biaya) akan dilakukan penjabaran dalam penelitian ini.

4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perusahaan dalam bidang industri kontruksi memiliki langkah-langkah dalam menyelesaikan pembuatan RAB (Rencana Anggaran Biaya), sebagai berikut:

- 1) Informasi dalam jenis, biaya, dan kapasitas pembuat atau pemasok bahan.
- 2) Informasi tentang upah pekerja proyek.
- 3) Evaluasi harga bahan dan upah karyawan.
- 4) Membuat rekapitulasi rencana anggaran biaya.

Pada proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Kabupaten Trenggalek, memiliki Rencana Anggaran Biaya sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi RAB Tiap Item Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH
1	2	3
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 29,400,000.00
A.	PEMBANGUNAN GEDUNG ARSIP BPN	
II.	PEKERJAAN TANAH	Rp 45,004,722.87
III.	PEKERJAAN BATU BELAH	Rp 49,163,321.91
IV.	PEKERJAAN PASANGAN BATA MERAH	Rp 123,752,799.44
V.	PEKERJAAN PLESTERAN	Rp 159,016,817.18
VI.	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA	Rp 118,937,967.92
VII.	PEKERJAAN RANGKA ATAP	Rp 587,223,391.28
VIII.	PEKERJAAN LISPLANK	Rp 12,100,406.00
IX.	PEKERJAAN BETONAN	Rp 719,946,255.98
X.	PEKERJAAN PENUTUP ATAP	Rp 41,260,503.21
XI.	PEKERJAAN PENUTUP LANGIT - LANGIT	Rp 62,493,318.00
XII.	PEKERJAAN SANITASI	Rp 28,553,647.50
XIII.	PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KACA	Rp 13,680,857.33
XIV.	PEKERJAAN PENUTUP LANTAI DAN DINDING	Rp 358,602,731.34
XV.	PEKERJAAN PENGECATAN	Rp 129,189,342.04
XVI.	PEKERJAAN LISTRIK PENERANGAN	Rp 71,673,918.00
	Jumlah Total	Rp 2,550,000,000.00
<i>TERBILANG "Dua Milyar Lima Ratus Lima Puluh Juta Rupiah "</i>		

Sumber: PT. Bangun Mulya Tan Abadi

5. Durasi Pekerjaan

Memperkirakan lama waktu kerja dalam menyelesaikan aktivitas adalah durasi pekerjaan. Suatu pekerjaan memiliki faktor penyebab yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan pekerjaan, yaitu faktor cuaca, material, peralatan, perubahan gambar kerja.

Pada proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertahanan Kabupaten Trenggalek ini. Pekerjaan dimulai pada tanggal 5 Desember 2022 hingga 27 Mei 2023 selama 149 hari dalam kalender. Berikut contoh perhitungan durasi kerja dalam penelitian ini:

Tabel 2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Batu Bata Merah Tebal ½ Bata (1pc:5ps)

9.1.2.18.03.01.007.008	1 M2 Pekerjaan Pemasangan Batu Bata Merah Tebal 1/2 Bata (1 Pc : 5 Ps)	Nilai Hspk	139,783.00
	Tenaga		
1.5.9.01.02.01.001.001	Mandor	0.015 Oh	115,000.00
1.5.9.01.02.01.002.001	Kepala Tukang Batu	0.010 Oh	100,000.00
1.5.9.01.02.01.002.001	Tukang Batu	0.100 Oh	100,000.00
1.5.9.01.02.01.003.001	Pekerja	0.300 Oh	80,000.00
	Jumlah Tenaga Kerja		36,725.00

Sumber: HSPK Pemerintah Kabupaten Trenggalek 2022

Dalam penelitian ini menggunakan data harga satuan pekerjaan atau HSPK tahun 2022. Dengan jumlah tenaga kerja didapat dengan melakukan interview dari staf yang bersangkutan dalam proses pelaksanaan pekerjaan proyek pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertahanan Kabupaten Trenggalek. Berikut adalah perhitungan mencari durasi pekerjaan:

Pemasangan Batu Bata Merah Tebal ½ Bata (1pc:5ps)

Diketahui : Koefisien pekerjaan : 0.3 OH

Volume pekerjaan : 787,01 m²

Jumlah Pekerja : 10 orang

Jawab :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Koefisien pekerjaan terbesar} \times \text{Volume pekerjaan}}{\text{Jumlah pekerja dengan koefisien terbesar}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{0.3 \times 787,01}{10} = 24 \text{ hari}$$

6. Jaringan Kerja (*Network Planning*)

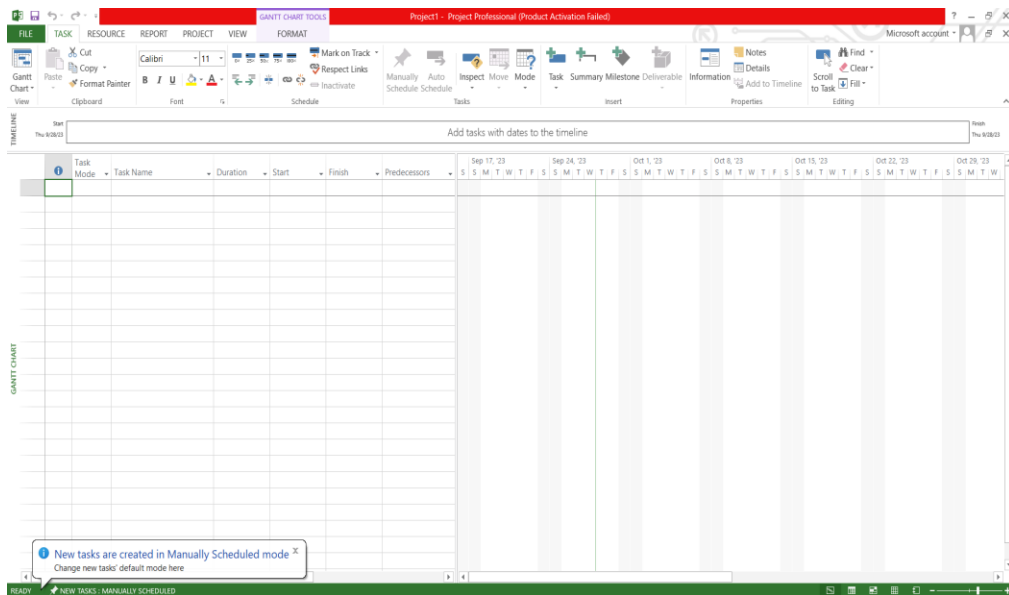
Alat yang memiliki fungsi dalam merencanakan, penjadwalan, dan pengawasan. Segala aktivitas pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan lainnya disebut perencanaan jaringan kerja. ikatan hubungan dalam pekerjaan diatur menggunakan logika dependensi yang memiliki urutan jaringan sebagai berikut:

- Aktivitas pekerjaan dapat dikerjakan secara bersamaan dengan aktivitas pekerjaan lainnya.
- Aktivitas pekerjaan dapat dikerjakan dengan aturan pekerjaan sebelumnya sudah selesai dilaksanakan.
- Aktivitas pekerjaan dapat didahulukan tanpa menunggu pekerjaan lainnya.

1) *Diagram Network* menggunakan *Software Microsoft Project*

Dalam pembentukan organisasi cara yang dipakai menggunakan pemrograman *Software Microsoft Project*. Dengan menggunakan *Software* pendukung ini dapat membuat rencana pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien dalam pembentukan jaringan kerja. Tujuan membuat diagram *network*

dapat menentukan item pekerjaan apa saja yang bisa dikerjakan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lainnya. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan diagram *network* dengan menggunakan *Software Microsoft Project*



Sumber: Olahan Peneliti, 2023

Gambar 2. Tampilan Microsoft Project 2013

Tampilan Gambar 2 adalah tampilan awal dari Microsoft Project, dalam membuat Network Planning. Setiap segmen yang dibutuhkan dalam software tersebut harus dimasukkan dengan cara:

1. Kolom *Task Name* harus di isi dengan nama kegiatan yang sudah dikelompokan.
2. Kolom *Duration* di isi dengan durasi waktu pekerjaan.
3. Kolom *Start* atau *Finish* di isi dengan durasi awal proyek dan durasi akhir proyek.
4. Kolom *Predecessor* di isi dengan susunan kegiatan proyek atau kegiatan sebelum dari pekerjaan.
5. Kolom *Resources* tentang sumber daya suatu proyek.

Jaringan saling berkaitan dengan pekerjaan dan dapat dilihat dengan bentuk *Gantt Chart* di *Microsoft Project*, agar dalam penjadwalan bisa seefisien mungkin. Data yang sudah didapat kemudian diolah dan di isi kedalam *Microsoft Project*.

Total durasi pekerjaan proyek Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek dapat dilihat pada gambar diatas yaitu selama 149 hari kerja.

7. Pekerjaan Termasuk Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah aktivitas pekerjaan yang membutuhkan waktu yang lama dalam proses pengerjaannya, dengan kesimpulan hasil akhir dari lintasan kritis adalah jumlah waktu yang dibutuhkan dalam pembangunan proyek. Dengan melihat dasar dari suatu usaha, maka dapat dilihat pekerjaan yang berjalan secara bersamaan. Jadi kebutuhan dalam tugas sangat tinggi untuk di kerjakan.

Berikut lintasan kritis pekerjaan proyek Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek:

1. Pasang Bata Merah Camp. 1 : 5 (1/2 bata)
2. Plesteran Camp. 1 : 5
3. Acian
4. Plesteran Skoning 1 Pc: 3 Pp (benangan)
5. Pasang Kusen pintu dan jendela aluminium coklat
6. Pasang Daun Pintu Kaca Aluminium coklat
7. Pasang Daun jendela Aluminium coklat
8. Sloof 15/25 (S3) pagar
 - Beton mutu K.225
 - Begesting
 - Tulangan Pokok 12 mm
 - Tulangan Begel 6 mm
9. Pasang Kunci Tanam
10. Pasang Engsel Pintu
11. Pasang Kaca biasa Tebal 5mm
12. Pasang Grendel Pintu
13. Pasang Keramik Lantai polos 50 x 50cm
14. Pasang Keramik Lantai kasar 50 x 50cm
15. Pasang Keramik Dinding Polos 20 x 25 cm
16. Pasang Paving natural 6cm (K.300)
17. Pasang Pagar Teralis dan pintu gerbang
18. Pasang box tulisan acrylic
19. Pasang neon Box logo acrylic
20. pengecatan Dinding Baru
21. Pasang Lampu RM TL LED 2X36 Watt
22. Pasang Lampu LED Philips 14,5 Watt
23. Pasang Panel Listrik AMF 3 Phase (Handle PLN-0-Genset 125 A)
24. Pasang Saklar Ganda Broco
25. pasang Saklar Tunggal Broco
26. Pasang Instalasi Penerangan NYM3x2,5 mm (o) PVC HI dia. 20 mm
27. pasang Stop Kontak broco
28. Pasang Maspion Exhaust Fan / Hexos Dinding MV-300 Nex 12 Inch
29. Pasang Maspion Exhaust Fan / Hexos Dinding MV-300 Nex 24 Inch
30. Pasang Instalasi Penerangan Kabel SR 4x16 mm Twisted

8. Percepatan Waktu (*Crashing Program*)

Dalam percepatan waktu (*Crashing Program*) terdapat beberapa asumsi analisa, yaitu sebagai berikut:

1. Dengan kapasitas jumlah pekerja yang melakukan pekerjaan tidak menjadikan sebuah kendala terhadap proyek pekerjaan.
2. Jika kegiatan aktivitas pekerjaan ingin dilakukan dengan cepat dan selesai lebih awal dan mempertahankan ruang lingkup sama. Upah pekerja, material, waktu dan sebagainya akan mengalami peningkatan.

Mempersingkat pekerjaan harus mempunyai jadwal yang efisien mengingat biaya langsung. Dalam hal ini penambahan jam kerja dengan berupa penambahan waktu kerja lembur yang direncanakan untuk mempersingkat waktu penyelesaian proyek menjadi salah satu penyebab terjadinya kenaikan biaya langsung.

Pada item pekerjaan yang berada pada jalur kritis mengalami percepatan waktu dalam penelitian ini agar pengurangan waktu kerja tidak menyimpang dari rencana awal pekerjaan. Gabungan antara kerja yang dipercepat dengan penambahan jam kerja. Perhitungan fraksional dari biaya pekerjaan yang dipercepat:

Pekerjaan Pasang Bata Merah Camp. 1 : 5 (1/2 bata)

Menentukan jam lembur:

$$\text{Bobot Kerja} = \frac{\text{Rp. 110.011.191,94}}{\text{Rp. 2.550.000.000,00}} = 0,0431$$

Durasi normal = 4 minggu (24 hari)

Durasi percepatan = 4 hari

Durasi setelah dipercepat = durasi normal-durasi percepatan
= 24 - 4 = 20 hari

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan normal perhari} &= \frac{\text{bobot kerja}}{\text{durasi normal}} \\ &= \frac{0,0431}{24} = 0,00179757 \text{ /hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume setelah dipercepat} &= \frac{\text{bobot kerja}}{\text{durasi setelah dipercepat}} \\ &= \frac{0,0431}{20} = 0,00215708 \text{ /hari} \end{aligned}$$

Durasi lembur tambahan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{vol.pek.dipercepat perhari} - \text{vol.pek.normal perhari}}{\text{volume pek.normal perhari}} \times \text{jam kerja normal} \\ &= \frac{0,00215708 - 0,00179757}{0,00179757} \times 7 = 1,4 \text{ jam} \approx 1 \text{ jam} \end{aligned}$$

Volume pekerjaan = 787,01 m²

Durasi normal = 24 hari

Biaya normal = Rp.110.011.191,94

Crash duration:

1 hari (*crash*) = waktu 1 hari kerja (jam) + durasi lembur tambahan
= 7 + 1 = 8 jam

Total jam aktifitas = durasi normal x jam kerja normal
= 24 hari x 7 jam = 168 jam

$$\begin{aligned} \text{Crash duration} &= \frac{\text{Total jam aktifitas}}{1 \text{ hari crash}} \\ &= \frac{168}{8,4} = 20 \text{ hari} \end{aligned}$$

Crash cost:

$$\begin{aligned} \text{Upah normal} &= \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{harga satuan}}{\text{Total jam aktifitas}} \\ &= \frac{787,01 \times 139.783}{168} = \text{Rp. 654.828,52} \end{aligned}$$

Upah lembur/jam = (1,5 x upah sejam normal untuk penambahan jam kerja lembur pertama) x *crash duration*

$$= (1,5 \times \text{Rp } 645.828,52) \times 20 = \text{Rp}19,644,855.70$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{biaya normal} + \text{biaya lembur 20 hari} \\ &= \text{Rp}.110.011.191,94 + \text{Rp}19,644,855.70 \\ &= \text{Rp}129,656,047.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= (\text{crash cost} - \text{normal cost}) / (\text{durasi normal} - \text{crash duration}) \\ &= (\text{Rp}129,656,047.64 - \text{Rp}.110.011.191,94) / (24 - 20) = \text{Rp}4,911,213.93 \end{aligned}$$

Pekerjaan yang diperpendek durasinya dengan menggunakan biaya harga satuan dalam setiap item pekerjaan termasuk dalam perhitungan biaya upah lembur pada proyek Pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek. Dengan hitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran laporan, total upah lemburan 1 jam pada pekerjaan yang mengalami percepatan pada proyek ini yaitu sebesar Rp.162,145,965.78.

Tabel 3. Penambahan Waktu dan Biaya Lembur

No	Nama Pekerjaan	Durasi (Hari)	Crashing	Crash	Biaya Normal	Biaya Dipercepat	Biaya Total
A PEKERJAAN PASANGAN BATA MERAH							
1	Pasang Bata Merah Camp. 1 : 5 (1/2 bata)	24	4	20	Rp 110,011,191.94	Rp 19,644,855.70	Rp 129,656,047.64
PEKERJAAN PLESTERAN							
1	Plesteran Camp. 1 : 5	18	3	15	Rp 94,636,071.35	Rp 16,899,298.46	Rp 111,535,369.81
2	Acian	18	3	15	Rp 55,129,351.83	Rp 9,844,527.11	Rp 64,973,878.94
3	Plesteran Skoning 1 Pc : 3 Pp (benangan)	18	3	15	Rp 6,978,354.00	Rp 1,246,134.64	Rp 8,224,488.64
B PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA							
1	Pasang Kusen pintu dan jendela aluminium coklat	12	2	10	Rp 70,285,436.54	Rp 12,550,970.81	Rp 82,836,407.35
2	Pasang Daun Pintu Kaca Aluminium coklat	12	2	10	Rp 19,117,568.58	Rp 3,413,851.53	Rp 22,531,420.11
3	Pasang Daun jendela Aluminium coklat	12	2	10	Rp 29,534,962.80	Rp 5,274,100.50	Rp 34,809,063.30
C PEKERJAAN BETONAN							
C.1 Sloof 15/25 (S3) pagar							
1	Beton mutu K.225	6	1	5	Rp 3,504,822.75	Rp 625,861.21	Rp 4,130,683.96
2	Begesting	6	1	5	Rp 4,247,600.50	Rp 758,500.09	Rp 5,006,100.59
3	Tulangan Pokok 12 mm	6	1	5	Rp 5,625,818.99	Rp 1,004,610.53	Rp 6,630,429.52
4	Tulangan Begel 6 mm	6	1	5	Rp 1,056,308.52	Rp 188,626.52	Rp 1,244,935.04
D PEKERJAAN PENGGANTUNG DAN KACA							
1	Pasang Kunci Tanam	6	1	5	Rp 1,770,040.00	Rp 316,078.57	Rp 2,086,118.57
2	Pasang Engsel Pintu	6	1	5	Rp 700,200.00	Rp 125,035.71	Rp 825,235.71
3	Pasang Kaca biasa Tebal 5mm	6	1	5	Rp 10,887,017.33	Rp 1,944,110.24	Rp 12,831,127.56
4	Pasang Grendel Pintu	6	1	5	Rp 323,600.00	Rp 57,785.71	Rp 381,385.71
E PEKERJAAN PENUTUP LANTAI DAN DINDING							
1	Pasang Keramik Lantai polos 50 x 50cm	23	4	19	Rp 65,682,240.00	Rp 11,728,971.43	Rp 77,411,211.43
2	Pasang Keramik Lantai kasar 50 x 50cm	6	1	5	Rp 6,033,384.00	Rp 1,077,390.00	Rp 7,110,774.00
3	Pasang Keramik Dinding Polos 20 x 25 cm	12	2	10	Rp 5,012,415.00	Rp 895,074.11	Rp 5,907,489.11
4	Pasang Paving natural 6cm (K.300)	18	3	15	Rp 113,697,108.00	Rp 20,303,055.00	Rp 134,000,163.00
5	Pasang Pagar Teralis dan pintu gerbang	6	1	5	Rp 62,100,000.00	Rp 11,089,285.71	Rp 73,189,285.71
6	Pasang box tulisan acrylic	6	1	5	Rp 83,700,000.00	Rp 14,946,428.57	Rp 98,646,428.57
7	Pasang neon Box logo acrylic	6	1	5	Rp 2,500,000.00	Rp 446,428.57	Rp 2,946,428.57
F PEKERJAAN PENGECATAN							
1	Pengecatan Dinding Baru	30	5	25	Rp 86,779,998.26	Rp 15,496,428.26	Rp 102,276,426.52
G PEKERJAAN LISTRIK PENERANGAN							
1	Pasang Lampu RM TL LED 2X36 Watt	6	1	5	Rp 9,922,000.00	Rp 1,771,785.71	Rp 11,693,785.71
2	Pasang Lampu LED Philips 14,5 Watt	6	1	5	Rp 715,000.00	Rp 127,678.57	Rp 842,678.57
3	Pasang Panel Listrik AMF 3 Phase (Handle PLN-0-Genset 125 A)	6	1	5	Rp 7,489,900.00	Rp 1,337,482.14	Rp 8,827,382.14
4	Pasang Saklar Ganda Broco	12	2	10	Rp 132,000.00	Rp 23,571.43	Rp 155,571.43
5	pasang Saklar Tunggal Broco	12	2	10	Rp 247,500.00	Rp 44,196.43	Rp 291,696.43
6	Pasang Instalasi Penerangan NYM 3x2,5 mm (o) PVC HI dia. 20 mm	12	2	10	Rp 11,914,518.00	Rp 2,127,592.50	Rp 14,042,110.50
7	pasang Stop Kontak broco	12	2	10	Rp 137,500.00	Rp 24,553.57	Rp 162,053.57
8	Pasang Maspion Exhaust Fan / Hexos Dinding MV-300 Nex 12 Inch	6	1	5	Rp 2,062,500.00	Rp 368,303.57	Rp 2,430,803.57
9	Pasang Maspion Exhaust Fan / Hexos Dinding MV-300 Nex 24 Inch	6	1	5	Rp 30,000,000.00	Rp 5,357,142.86	Rp 35,357,142.86
10	Pasang Instalasi Penerangan Kabel SR 4x16 mm	6	1	5	Rp 6,083,000.00	Rp 1,086,250.00	Rp 7,169,250.00
TOTAL			59	294	Rp908,017,408.39	Rp 162,145,965.78	Rp 1,070,163,374.17

Sumber: Olahan Peneliti, 2023

9. Perbandingan Perencanaan Waktu Dan Biaya

Korelasi pengaturan durasi waktu dan biaya proyek Pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek dilihat dari waktu normal dan peningkatan kecepatan yaitu, sebagai berikut:

a. Durasi perbandingan:

Durasi waktu normal = 149 hari

Durasi waktu dipercepat = 59 hari

Efisiensi waktu = $\frac{149-59}{59} \times 100\% = 1.525\%$ dari pekerjaan normal

b. Pebandingan biaya

Dikarenakan durasi waktu pekerjaan proyek Pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek dipercepat, maka terjadinya kenaikan biaya yaitu, sebagai berikut:

Biaya normal pekerjaan = Rp.2,550,000,000.00

Total biaya pekerjaan yang dipercepat:

Biaya normal = Rp.2,550,000,000.00

Upah lembur = Rp.162,145,965.78

Biaya total = Rp.2,712,145,965.78

Penambahan biaya pada proyek Pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek adalah:

$$\frac{Rp.162,145,965.78}{Rp.2,712,145,965.78} \times 100\% = 0.05978\% \text{ dari pekerjaan normal}$$

Durasi percepatan waktu dan penambahan biaya dengan menggunakan metode CPM *Critical Path Method* dan *Crashing* pada Proyek Pembangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek adalah 59 hari dari 149 hari dengan diperoleh durasi akhir 90 hari pekerjaan. Dengan jumlah biaya lembur pekerjaan Rp.162,145,965.78 dan biaya total keseluruhan pekerjaan awal proyek Rp.2,550,000,000.00 menjadi Rp.2,712,145,965.78.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian penulis yang berjudul "Evaluasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Critical Path Method* dan *Crashing* pada Proyek Pembangunan Gedung Arsip Trenggalek" diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pekerjaan pada proyek pambangunan Gedung Arsip Kantor Pertanahan Trenggalek memiliki beberapa lintasan kritis pada jaringan kerja yaitu: Pekerjaan Pasangan Bata Merah, Pekerjaan Plesteran, Pekerjaan Betonan, Sloof 15/25 (S3) Pagar, Pekerjaan Penggantung dan Kaca, Pekerjaan Penutup Lantai Dan Dinding, Pekerjaan Pengecatan, Pekerjaan Listrik Penerangan.
2. Setelah menggunakan analisis waktu dan biaya dengan *Critical Path Method* dan *Crashing*. Didapatkan penyelesaian waktu menjadi 90 hari dengan biaya Rp2,712,145,965.78 dari biaya awal yaitu Rp.2,550,000,000.00.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji Dewanto, A., Muhandi, & Adwiyah, R. (2020). Analisis Pengendalian Manajemen Proyek Pembangunan Sarana Olahraga UIN dengan Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) untuk Mengoptimalkan Biaya dan Waktu. 6(1). <https://doi.org/10.29313/.v6i2.24022>
- Andi, M., Putra, M., & Witjaksana, B. (2022). Analisis Percepatan Waktu Pekerjaan Struktural Menggunakan Metode CPM pada Proyek Pembangunan Hotel 57 Nganjuk. *Jurnal Sondir*. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/sondir>
- Astari, N. M., Subagyo, A. M., & Kusnadi. (2021). Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). In *Jurnal Konstruksia* | (Vol. 13).

- Beatrix, M., Lukmansyah, I., Oskar, E., & Muin, A. (2019). Analisa Metode *Critical Path Method* pada Proyek Pembangunan Elyon Christian School Surabaya. In *MITSU" Media Informasi Teknik Sipil UNIJA* (Vol. 7, Issue 2).
- Dahlan, A., Nainggolan, T. H., & Ratnawinanda, L. A. (2019). Evaluasi Pengendalian Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM) Dan Fast Track. In *Student Journal GELAGAR* (Vol. 1, Issue 1).
- Dwijayanto Pebru, 2021. Pengendalian Proyek Menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dengan *Crashing* Program pada Proyek Apartemen Klaska Residence. Fakultas teknik, Universitas 17 agustus 1945 surabaya.
- Failen Pratasik, 2013. Menganalisa Sensitivitas Keterlambatan Durasi Proyek dengan Metode CPM. Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
- Heizer, Jay, dan Barry Render. 2005. *Operations Management: Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hermina S, Untu S, Dundu AKT, Mandagi RJM. Penerapan Metode *Lean Project Management* dalam Perencanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Mantos Tahap Iii). *J Sipil Statik*. 2014;2(6):320-329.
- Lesbasa, G., Marantika, M., Maelissa, N., & Serang, R. (2022). Analisa Perbandingan Waktu Penjadwalan Proyek Dengan Metode CPM (*Critical Path Method*) Dan PDM (*Precedence Diagram Method*) (Studi Kasus: Rehabilitasi dan Renovasi Sarana Prasarana SD). *JOURNAL AGREGATE*, 1(1).
- Lestari, L., Suseno, A., & Sunakalis, G. C. (2022). Penerapan Metode *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) terhadap Pembangunan Gedung.
- Maharany, Leny, dan Fajarwati, (2006). Analisa Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode *Least Cost Analysis*. 14(1):113-30.
- Nidya, Y., Alfin, C., & Atmajayani, R. D. (2022). Analisis Keterlambatan Waktu pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Kelurahan Gedog Kota Blitar dengan Metode *Network CPM* (*Critical Path Method*). In *JSNu: Journal of Science Nusantara* (Vol. 2, Issue 3).
- Nurfianti, R. A., & Witjaksana, B. (2020). Analisis Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Hotel Solia Boutique Solo Laweyan dengan *Metode Critical Path Method*.
- Perdana, A., & Sari, R. P. (2022). Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Rumah Tinggal Menggunakan Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). *Jurnal Media Teknik & Sistem Industri*, 6(2), 116-123. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1944>
- Putri, D. A., Muhtar, & Gunasti, A. (2021). Penerapan Metode CPM dan *Crashing* pada Proyek Gedung. *Jurnal Smart Teknologi*.
- Rahayu, S., Nurwan, & Wungguli, D. (2022). Analisis *Critical Path Method* dan *Time Cost Trade Off* dalam Optimasi Waktu dan Biaya Pengerjaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 19(2), 227-242. <https://doi.org/10.22487/2540766x.2022.v19.i2.16176>

- Sa'adah, N., Iqrammah, E., Rijanto, T., & Kegiatan, A. (2021). Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Crashing*.
- Siregar, A. C., & Iffiginia, I. (2019). Penggunaan *critical path method (CPM)* untuk Evaluasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 102. <https://doi.org/10.36055/tjst.v15i2.6816>
- Supriyadi, dkk, 2016. Pengaruh Kualitas Produk dan Brand Image terhadap Keputusan Pembelian. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen*.
- Tanjung, D., Lukman, A., & Anggraini, R. (2021). Analisis Manajemen Proyek pada Proyek Pembangunan Gudang Arsip Dinas Kesehatan Provinsi Riau Menggunakan Metode *Critical Path Method (CPM)*.
- Telaumbanua, T. A., Mangare, J. B., & Sibi, M. (2017). Perencanaan Waktu Penyelesaian Proyek Toko Modisland Manado Dengan Metode CPM. *Jurnal Sipil Statik*, 5(8), 549-557.
- Tjendanii, H. T., & Ramadhan, K. (2022). Critical Path Method pada Proyek Myze Hotel Sumenep Untuk Mengendalikan Biaya Dan Waktu. *JURNAL KACAPURI*, 5(1).
- Wilson Simanungkalit, A., Lubis, M., & Simbolon, R. H. (2022). Evaluasi Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode CPM (*Critical Path Methode*) pada Proyek Pembangunan Mall Suzuya Jln.Karya Wisata Medan Johor. In *Cetak) Buletin Utama Teknik* (Vol. 18, Issue 1). Online.