

Efisiensi Biaya dan Penjadwalan Proyek melalui Pendekatan *Critical Path Method* **(Studi Kasus Pembuatan dan Pemasangan 1 Unit Standart Gilingan IV)**

Eunike Endah Wulandari^{1*}, Renanda Nia Rachmadita², dan Mochammad Choirul Rizal³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia¹

Program Studi Teknik Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.²

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.³

E-mail: eunikeendahw@gmail.com^{1}*

Abstract – Manufacturing companies in Indonesia generally implement project management. The purpose of implementing project management is to control the project being undertaken by the company. In addition, the purpose of implementing project management at the company is to minimize the delay in the process of project work.

To be able to determine the optimal time and cost efficient on a project, required a method. The Critical Path Method (CPM) method is one of the methods that can be used to optimize the time needed to complete the project in an efficient cost.

The result of CPM method implementation on the project of making and installing 1 unit of grind mill IV, in order to get optimal time with efficient cost is done by adding the amount of labor and overtime hours. With the addition of labor and overtime, the direct costs incurred increase. The direct costs incurred for additional employment amounted to Rp 1,755,418,984.00, while the direct costs incurred for additional hours overtime amounted to Rp 2,614,578,401.00. From the calculation of such direct costs, it can be seen that it will be more efficient with the addition of the number of workers. After that calculation of slope cost, and got optimal time for project work is 219 days with total cost Rp 5,860,789,447,32. Result of correlation and regression analysis, got value of influence of labor cost to total cost is equal to 94,4% while machine cost effect to total cost is equal to 97,8%.

Keywords: Acceleration Duration, Correlation Analysis, CPM, Critical Path Method, Efficiency, Influence, Regression Analysis, Scheduling.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur bergerak dalam bidang proyek pembuatan peralatan industri dan lain sebagainya. Perusahaan manufaktur pada umumnya selalu menerapkan konsep manajemen proyek dalam setiap pengerjaan proyek. Dalam pengerjaan proyek dibutuhkan perencanaan dan penjadwalan yang terperinci tentang aktivitas kegiatan, waktu dan juga biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal serta waktu yang optimum (waktu yang cepat dan sesuai dengan harapan).

Metode CPM adalah metode yang lebih menekankan pada ongkos proyek. Dalam CPM tidak ada pemberlakuan metode statistik untuk mengakomodasikan adanya ketidakpastian. Dalam CPM juga dibahas adanya tawar menawar atau *trade off* antara jadwal waktu dan biaya proyek. CPM mengasumsikan bahwa umur proyek bisa dipersingkat dengan penambahan sumber daya tenaga kerja, peralatan, dan modal untuk kegiatan-kegiatan tertentu (Santosa, 2003). Setelah mendapatkan percepatan waktu dengan total biaya yang dikeluarkan, untuk menemukan

waktu pengerjaan proyek yang paling efisien dengan biaya yang efisien pula, digunakan Konsep *Cost Slope*. Analisa korelasi dan regresi digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh biaya yang dikeluarkan untuk variabel yang digunakan untuk percepatan durasi terhadap total biaya.

2. METODOLOGI

2.1 Network Planning (Jaringan Kerja)

Jaringan kerja atau *Network Planning* merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan Teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan umur proyek, dan pada giliran selanjutnya dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1999). Ada 2 (dua) pendekatan dalam hal menggambarkan diagram jaringan kerja. Yang pertama, dimana kegiatan digambarkan dengan simpul (*node*), *Activity On Node* (AON), sedangkan peristiwa atau *event* diwakili oleh anak panah. Yang kedua, dimana aktivitas digambarkan dengan anak panah, *Activity On Arch* (AOA), sedangkan kejadian digambarkan dengan simpul (Santosa, 2003).

2.2 Critical Path Method (CPM)

Dalam metode CPM (*Critical Path Method*) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999).

Dalam melakukan perhitungan penentuan waktu penyelesaian digunakan beberapa terminology dasar berikut (Soeharto, 1999) :

1. E (*Earliest Event Occurrence Time*) : saat tercepat terjadinya suatu peristiwa.
2. L (*Latest Event Occurrence Time*) : saat paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
3. ES (*Earliest Activity Start Time*) : waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu mulai dinyatakan dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF (*Earliest Activity Finish Time*) : waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Dimana, EF suatu kegiatan terdahulu = ES suatu kegiatan berikutnya.
5. LS (*Latest Activity Start Time*) : waktu paling lambat kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
6. LF (*Latest Activity Finish Time*) : waktu paling lambat kegiatan diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
7. t (*Activity Duration Time*) : kurun waktu yang diperlukan untuk suatu kegiatan (hari, minggu, bulan).

Menurut Muraharwaty (2012), dalam memperhitungkan waktu juga digunakan 3 asumsi dasar yakni pertama, *Initial Event (start)* dan *terminal event (finish)*. Kedua, saat tercepat terjadinya *initial event* adalah hari ke-nol. Ketiga, saat paling lambat terjadinya *terminal event* adalah $LS=ES$.

Adapun cara perhitungan dalam menentukan waktu penyelesaian terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan maju (*forward computation*) dan perhitungan mundur (*backward computation*).

- a. Perhitungan Maju (*Forward Computation*)
Dimulai dari *Start (Initial Event)* menuju *Finish (Terminal Event)* untuk menghitung waktu penyelesaian tercepat suatu kegiatan (EF), waktu tercepat terjadinya kegiatan (ES) dan saat paling cepat dimulainya suatu peristiwa (E).

- b. Perhitungan Mundur (*Backward Computation*)

Dimulai dari *Finish (Terminal Event)* menuju *Start (Initial Event)* untuk mengidentifikasi saat paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LF), waktu paling lambat terjadinya suatu kegiatan (LS) dan saat paling lambat suatu peristiwa terjadi (L).

Untuk suatu aktivitas mempunyai *Cost Slope* tersendiri. Besarnya *Cost Slope* adalah :

$$\text{Cost Slope} = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c} \quad (2.1)$$

Dimana, C_c dan C_n adalah biaya *crash* dan biaya normal (biaya *crashed* > biaya normal), sedangkan T_n dan T_c adalah waktu normal dan waktu *crash* (waktu normal > waktu *crashed*) untuk kegiatan yang sama. *Cost Slope* menyatakan berapa besar berubahnya biaya bila suatu aktivitas dipercepat atau diperlambat.

2.3 Analisa Korelasi dan Analisa Regresi

Analisa data dapat berarti memperhitungkan atau memperkirakan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari perubahan suatu kejadian terhadap kejadian lainnya.

Kata Korelasi diambil dari Bahasa Inggris yaitu *Correlation* artinya saling berhubungan atau hubungan timbal balik. Dalam ilmu statistika istilah korelasi diberi pengertian sebagai hubungan antara dua variabel dikenal dengan istilah *Bivariate Correlation*.

Dari buku *Basic Econometrics* karangan Damodar Gujarati, disebutkan bahwa analisa regresi berkenaan dengan studi ketergantungan dari satu variabel yang disebut variabel tak bebas (*dependent variable*), pada satu atau lebih variabel, yaitu variabel yang menerangkan, dengan tujuan untuk memperkirakan dan atau meramalkan nilai rata-rata dari variabel tak bebas apabila nilai variabel yang menerangkan sudah diketahui. Variabel yang menerangkan sering disebut variabel bebas (*independent variable*), atau "*explanatory variables*".

2.4 Kurva S

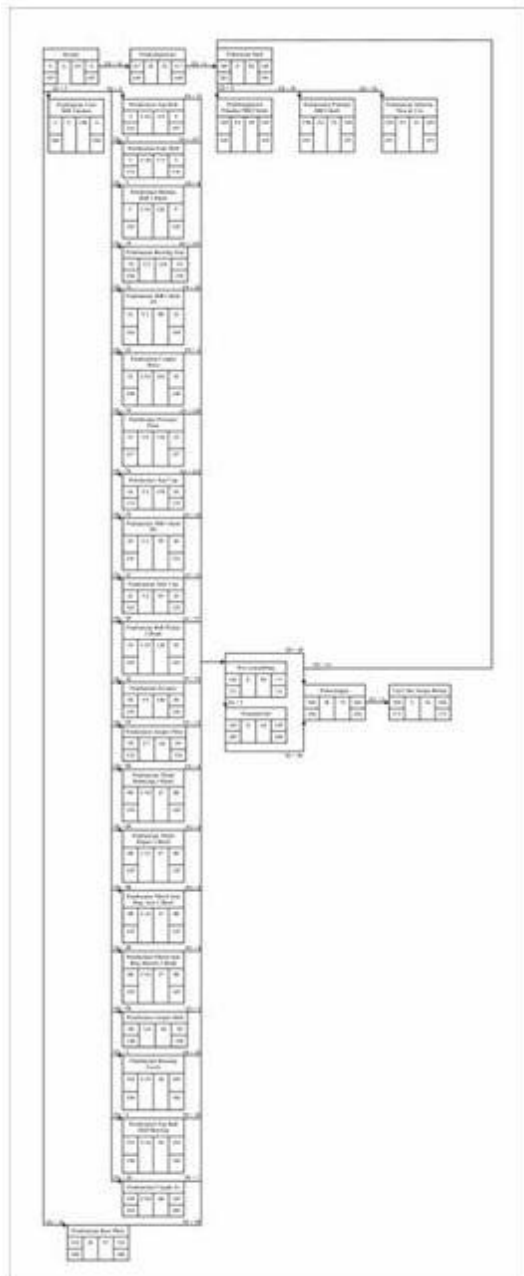
Kurva S secara grafis menyajikan beberapa ukuran kemajuan kumulatif pada suatu sumbu tegak terhadap waktu pada sumbu mendatar. Kemajuan itu dapat diukur menurut jumlah nilai uang yang telah dikeluarkan, survei kuantitas dari pekerjaan ditempat itu, jam kerja orang yang telah dijalani atau setiap ukuran lainnya yang memberikan suatu manfaat.

Bentuk kurva S yang kha situ berguna untuk pemandu kemajuan setiap satuan dari waktu (hari, minggu, bulan, dan lain-lain) untuk mendapatkan suatu kemajuan kumulatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Network Planning (Jaringan Kerja)

Jaringan kerja atau *Network Planning* merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan Teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan umur proyek, dan pada giliran selanjutnya dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan (Soeharto, 1999). Dari proses pengerjaan jaringan kerja, didapatkan jaringan kerja berikut.



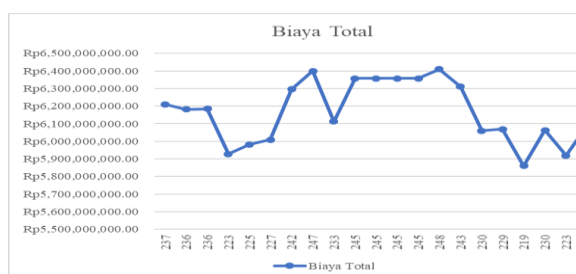
Gambar 1. Jaringan Kerja Durasi Normal

3.2 Critical Path Method

Dari jaringan kerja di atas, dapat dihasilkan 23 jalur kritis. Berikut adalah jalur kritis yang didapatkan dari jaringan kerja di atas.

1. A-B-F-H-I
2. A-C1-E-H-I
3. A-C2-E-H-I
4. A-C3-E-H-I
5. A-C4-E-H-I
6. A-C5-E-H-I
7. A-C6-E-H-I
8. A-C7-E-H-I
9. A-C8-E-H-I
10. A-C9-E-H-I
11. A-C10-E-H-I
12. A-C11-E-H-I
13. A-C12-E-H-I
14. A-C13-E-H-I
15. A-C14-E-H-I
16. A-C15-E-H-I
17. A-C16-E-H-I
18. A-C17-E-H-I
19. A-C18-E-H-I
20. A-C19-E-H-I
21. A-C20-E-H-I
22. A-C21-E-H-I
23. A-D-E-H-I

Dengan mempersingkat durasi seluruh kegiatan pada proyek Pembuatan dan Pemasangan 1 Unit Standart Gilingan IV menggunakan rumus produktivitas, durasi baru dari proyek ini adalah 219 hari. Perhitungan biaya langsung untuk durasi normal (lapangan) adalah sebesar Rp 1.450.122.480,- dan untuk durasi dipercepat apabila dilakukan penambahan tenaga kerja adalah sebesar Rp 1.755.418.984,-. Sedangkan biaya langsung untuk durasi dipercepat dengan penambahan jam lembur cukup tinggi, yakni sebesar Rp 2.614.578.401,-. Dari perbandingan biaya langsung diatas, dapat diketahui bahwa apabila perusahaan ingin mempercepat durasi pengerjaan proyek, akan jauh lebih efektif apabila menambah jumlah tenaga kerja dibandingkan dengan menambah jam lembur. Untuk menentukan waktu yang optimal dalam pengerjaan proyek, perlu dilakukan perhitungan biaya *slope*, dimana waktu optimal pengerjaan proyek, dibuktikan dengan rendahnya total biaya yang dikeluarkan. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan waktu yang optimal yakni 219 hari dengan total biaya Rp 5.860.789.447,32. Dan berikut adalah grafik yang menunjukkan waktu optimal untuk proyek Pembuatan dan Pemasangan 1 Unit Standart Gilingan IV. Pemilihan waktu yang optimal adalah berdasarkan titik yang terendah dari grafik berikut.



Gambar 2. Grafik Waktu yang Optimal dengan Total Biaya

3.3 Kurva S

Terdapat perbedaan bentuk antara kurva S untuk durasi normal dengan kurva s untuk durasi dipercepat. Dari 2 bentuk kurva S tersebut, membuktikan bahwa terdapat perbedaan bentuk kurva S antara durasi normal dan durasi dipercepat. Dapat dilihat bahwa kurva S untuk durasi normal terlihat lebih landau, dikarenakan waktu penyelesaiannya jauh lebih lama dibandingkan dengan durasi dipercepat.

3.4 Analisa Korelasi dan Analisa Regresi

Dari hasil pengujian untuk analisa korelasi dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 22, dapat diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan biaya mesin memiliki hubungan secara signifikan dengan total biaya. Setelah diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan biaya mesin mempunyai hubungan yang signifikan, dilakukan pengujian untuk analisa regresi, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh biaya tenaga kerja dan biaya mesin terhadap total biaya. Dari hasil pengujian analisa regresi yang dilakukan dengan menggunakan SPSS 22, didapatkan nilai 94,4% besarnya pengaruh biaya tenaga kerja terhadap total biaya, sedangkan untuk biaya mesin, besar pengaruhnya adalah 97,8% terhadap total biaya.

4. KESIMPULAN

1. Melalui cara perhitungan network planning, dapat diperoleh 23 jalur kritis pada proyek pembuatan dan pemasangan 1 unit standard gilingan IV. Dengan total waktu pengerjaan proyek sesuai durasi lapangan adalah 272 hari.
2. Dengan mempersingkat durasi seluruh kegiatan pada proyek Pembuatan dan Pemasangan 1 Unit Standart Gilingan IV menggunakan rumus produktivitas, durasi baru dari proyek ini adalah 219 hari. Perhitungan biaya langsung untuk durasi normal (lapangan) adalah sebesar Rp 1.450.122.480,- dan untuk durasi dipercepat apabila dilakukan penambahan tenaga kerja adalah sebesar Rp 1.755.418.984,-. Sedangkan biaya langsung untuk durasi dipercepat dengan penambahan jam lembur cukup tinggi,

yakni sebesar Rp 2.614.578.401,-. Dari perbandingan biaya langsung diatas, dapat diketahui bahwa apabila perusahaan ingin mempercepat durasi pengerjaan proyek, akan jauh lebih efektif apabila menambah jumlah tenaga kerja dibandingkan dengan menambah jam lembur. Untuk menentukan waktu yang optimal dalam pengerjaan proyek, perlu dilakukan perhitungan biaya slope, dimana waktu optimal pengerjaan proyek, dibuktikan dengan rendahnya total biaya yang dikeluarkan. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan waktu yang optimal yakni 219 hari dengan total biaya Rp 5.860.789.447,32.

3. Dari hasil pengujian untuk analisa korelasi dengan menggunakan bantuan *software* SPSS 22, dapat diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan biaya mesin memiliki hubungan secara signifikan dengan total biaya. Setelah diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan biaya mesin mempunyai hubungan yang signifikan, dilakukan pengujian untuk analisa regresi, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh biaya tenaga kerja dan biaya mesin terhadap total biaya. Dari hasil pengujian analisa regresi yang dilakukan dengan menggunakan SPSS 22, didapatkan nilai 94,4% besarnya pengaruh biaya tenaga kerja terhadap total biaya, sedangkan untuk biaya mesin, besar pengaruhnya adalah 97,8% terhadap total biaya.
4. Setelah dilakukan perhitungan durasi baru untuk masing-masing kegiatan, didapatkan bentuk kurva S yang baru dengan bantuan *software* Microsoft Project Profesional 2013.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badri, S. (1991). **Dasar-Dasar Network Planning (Dasar-Dasar Jaringan Kerja)**. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- [2] Cahyanti, D. A. (2015). Analisis Penjadwalan Proyek dengan *Critical Path Method* Sebagai Upaya untuk Mendapatkan Efisiensi Waktu Penyelesaian di PT. Lintech Duta Pratama. **Tugas Akhir Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.**
- [3] Frederika, A. (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi. Teknik Sipil*, Vol. 14, No.2, pp. 113-126, Universitas Udayana, Denpasar.

- [4] Jauhari, Z. (2011). Manajemen Pelaksanaan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono STA 5 + 350 – STA 10 + 350 menggunakan Perkerasan Kaku Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. **Tugas Akhir** Program Studi Diploma IV Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] Mela, A. F. (2016). Analisis *Time Cost Trade Off* untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Studi Kasus : Pembangunan Hotel Zodiak Lampung, Pembangunan Hotel Park In By Radisson, Pembangunan Toko Mitra Hasil Sentosa di Bandar Lampung. **Skripsi** Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung.
- [6] Muhidin, S. A., & M. Abdurahman(2017).**Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian.** Pustaka Setia, Bandung.
- [7] Murahartawaty (2012). **Metode Jalur Kritis.** Sekolah Tinggi Teknologi Telkom.

