

OPTIMASI WAKTU PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD (CPM)/PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE (PERT) DAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus Cv. Granada Property)

Siti Rodhotul Jannah¹, Lilik Muzdalifah², Eriska Fitri Kurniawati³

¹Universitas PGRI Ronggolawe, ²Universitas PGRI Ronggolawe, ³Universitas PGRI Ronggolawe
¹rodhotulj5@gmail.com, ²muzdalifahlilik@gmail.com, ³eriskafatkhuruddin86@gmail.com

Abstrak

CV. Granada Properti merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang General Contractor. Selama ini, perusahaan dalam menentukan penjadwalan proyek hanya berpedoman pada perencanaan yang telah disusun berdasarkan urutan-urutan kegiatan yang dibuat berdasarkan pengalaman, sehingga dalam penyusunannya perusahaan mengalami beberapa kendala. Salah satu kendala yang dialami dalam pelaksanaan proyek perusahaan yaitu adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana pelaksanaan proyek dengan keadaan yang sebenarnya, sehingga terjadi keterlambatan dan waktu yang dibutuhkan tidak sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang tepat untuk mengoptimalkan waktu penjadwalan proyek. Untuk menghitung penjadwalan proyek dengan waktu yang diinginkan, dapat digunakan metode CPM/PERT dan simulasi Monte Carlo. Hasil dari perhitungan menggunakan metode CPM/PERT probabilitas keberhasilan pengerjaan proyek dengan waktu 169 hari adalah 99,74% sedangkan menggunakan simulasi Monte Carlo probabilitas keberhasilannya 97,5%. Akan tetapi simulasi monte carlo lebih efisien karena seorang kontraktor dapat melihat beberapa kemungkinan waktu yang diinginkan beserta probabilitas keberhasilan dari masing-masing waktu tersebut. Optimasi penjadwalan proyek dari target 180 hari menjadi 169 hari dapat menghemat waktu 11 hari dan biaya Rp 2.581.942.

Kata Kunci : *Penjadwalan Proyek; Simulasi Monte Carlo; Metode CPM/PERT.*

PENDAHULUAN

Perencanaan proyek pembangunan perumahan memiliki banyak aktivitas yang mempunyai durasi waktu pengerjaan yang berbeda sehingga diperlukan suatu manajemen yang dapat mengoptimalkan waktu pengerjaan. Tahapan pengerjaan proyek pembangunan perumahan meliputi tahap perencanaan, tahap penjadwalan, dan tahap pengkoordinasian. Dari ketiga tahapan ini, tahap perencanaan dan penjadwalan adalah tahap yang paling menentukan berhasil atau tidaknya suatu proyek. Suatu proyek diharapkan akan selesai dalam jangka waktu tertentu tanpa ada penundaan [1]. Jika penyelesaian aktivitas proyek tertunda, maka akan mengakibatkan terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek. Sehingga penyelesaian proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang paling penting bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

CV. Granada Property adalah perusahaan yang bergerak di bidang *General Contractor*. Selama ini, perusahaan dalam menentukan penjadwalan proyek hanya berpedoman pada perencanaan yang telah disusun berdasarkan

urutan–urutan kegiatan yang dibuat berdasarkan pengalaman, sehingga dalam penyusunannya perusahaan mengalami beberapa kendala dan setiap kendala yang dihadapi berbeda sesuai dengan jenis proyek yang dilaksanakan. Salah satu kendala yang dialami dalam pelaksanaan proyek perusahaan yaitu adanya ketidaksesuaian antara jadwal rencana pelaksanaan proyek dengan keadaan di lapangan sehingga terjadi keterlambatan dalam penyelesaiannya, yang akhirnya berpengaruh terhadap waktu dan biaya proyek yang semakin bertambah. Selain bertambahnya waktu dan biaya, perusahaan juga dirugikan dengan komplain dari konsumen yang tidak puas dengan kinerja perusahaan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang tepat untuk menentukan waktu perencanaan proyek.

Pada tahun 1957, *Critical Path Method* muncul sebagai perangkat yang dikembangkan oleh J.E Kelly dari Remington Rand dan M.R. Walker daei duPont untuk membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di duPont [2]. Hong dalam [3] mengatakan bahwa pada metode CPM terdapat dua perkiraan untuk setiap aktivitas yang terdapat dalam jaringan.

Kedua perkiraan tersebut yaitu perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya normal (*normal estimate*) serta perkiraan waktu penyelesaian dan biaya yang sifatnya dipercepat (*crash estimate*).

Taha (2007) [4] menguraikan bahwa parameter PERT merupakan taksiran-taksiran durasi yang digunakan untuk setiap aktivitas, hal ini dikarenakan waktu penyelesaian aktivitas tidak dapat diketahui secara pasti, sehingga terdapat tiga jenis taksiran waktu yang digunakan oleh PERT.

Simulasi Monte Carlo adalah sebuah metode numerikal yang digunakan sebagai percobaan statistik buatan untuk mengestimasi jumlah atau angka yang tidak diketahui [5]. Di dalam Winston (2004) [6] diterangkan bahwa bilangan acak didefinisikan sebagai sampel acak independen, yang diambil dari distribusi seragam yang probabilitas fungsi kepadatan (pdf).

METODE PENELITIAN

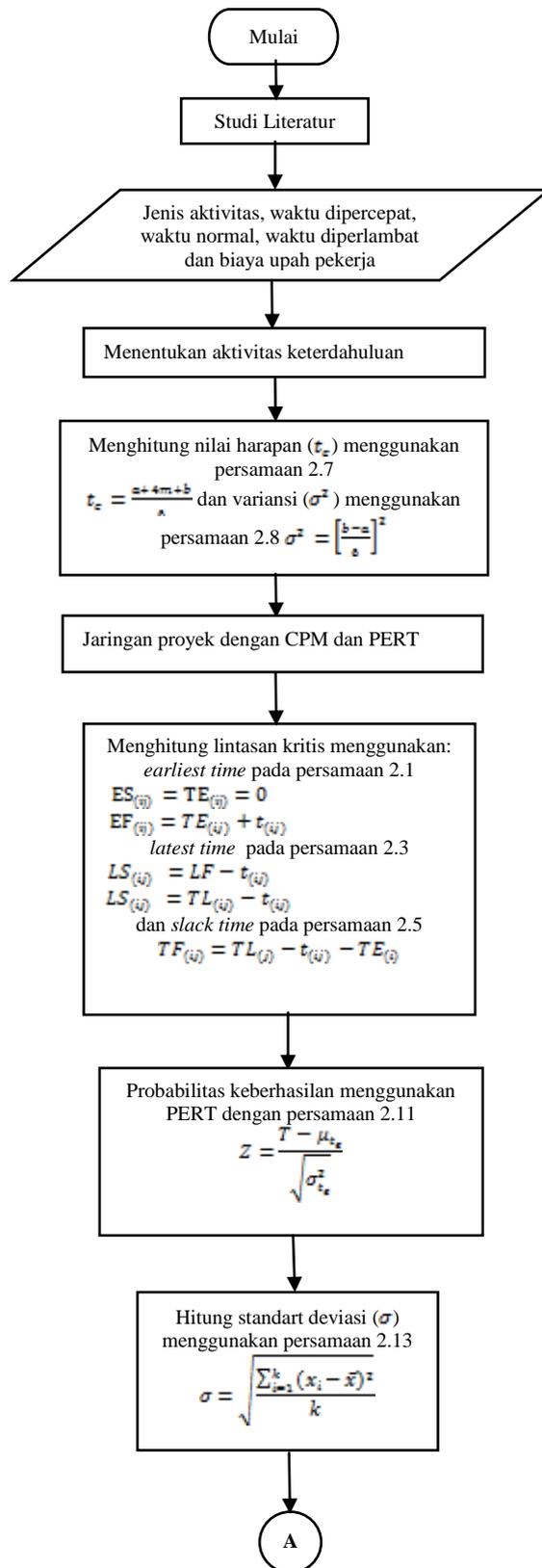
Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Menurut Arikunto (1997) [7] pendekatan kuantitatif lebih banyak dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya.

Penelitian ini dilaksanakan pada pembangunan proyek perumahan Granada Regency Karang di Jalan Karang Indah Timur, Semanding ,Kab. Tuban.

Ada dua metode yang digunakan pada proses penelitian ini, yaitu studi lapangan dan studi literatur. Studi literatur adalah pengumpulan data dengan cara membaca buku-buku dan mempelajari literatur yang berkaitan dengan penulisan serta judul yang diambil. Sedangkan studi lapangan adalah pengumpulan data yang dilakukan secara langsung yaitu dengan meneliti keadaan yang sebenarnya mengenai pekerjaan yang berhubungan dengan data yang akan diambil. Pada saat proses penelitian, kedua metode yang digunakan saling mendukung agar tercapai tujuan akhir penulisan.

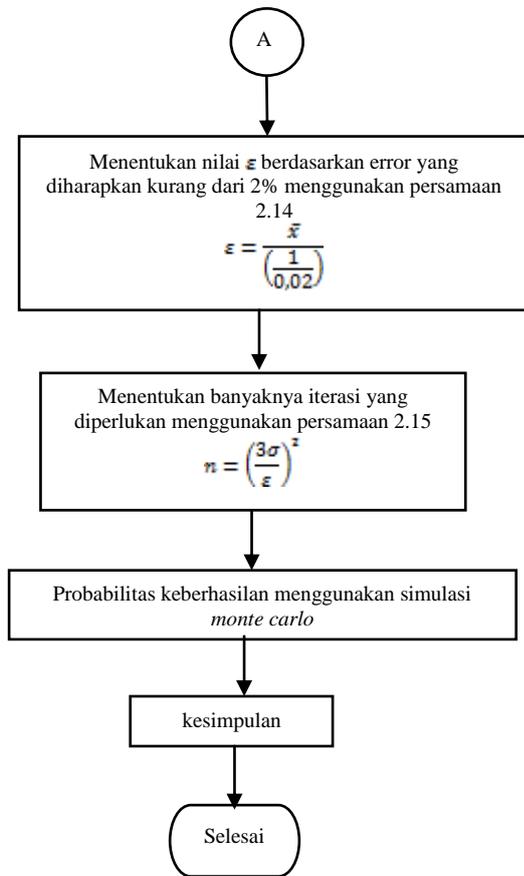
Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa jenis aktivitas perencanaan pembangunan proyek perumahan yang akan dibangun (2 lantai), aktivitas keterdahuluan, waktu dalam pengerjaan proyek dan biaya upah pekerja. Pada penelitian ini ada 28 aktivitas dan waktu yang di pakai dalam penelitian ini ada waktu dipercepat, waktu normal dan waktu diperlambat. Adapun

proses pelaksanaan penelitian terdapat pada Gambar 1.



Tabel 1. Perencanaan Aktivitas dan Waktu Perumahan Granada Regency Karang

No	Uraian Aktivitas	Simbol Aktivitas	Waktu (Hari)		
			a	m	b
1	Bouplank	A	1	2	3
2	Pondasi	B	4	5	6
3	Sloof	C	5	7	10
4	Naik Bata	D	15	18	22
5	Instalasi Pipa Sanitair	E	3	4	5
6	Pasang Kusen lt.1	F	5	7	10
7	Pengerjaan dak lt.2	G	15	17	20
8	Pengerjaan Tangga	H	7	9	12
9	Pasang Bata lt.2	I	20	25	30
10	Pasang Kusen lt.2	J	4	5	7
11	Plester Aci	K	25	30	33
12	Naik Kuda Kuda lt.2	L	6	8	12
13	Pasang Genteng	M	1	2	3
14	Instalasi Jaringan Listrik	N	2	3	4
15	Pasang Kerpus	O	3	5	7
16	Cat Dinding Luar	P	15	17	20
17	Pasang Plafon/Gypsum	Q	7	10	15
18	Pasang Keramik lt.1	R	18	20	25
19	Pasang Keramik lt.2	S	18	20	22
20	Pengecatan Ruangan	T	5	7	9
21	Pasang Pintu dan Jendela	U	10	12	15
22	Nat Keramik	V	2	3	4
23	Melamin Pintu dan Jendela	W	13	15	20
24	Finishing Cat	X	2	3	4
25	Sanitair (Kran, Closed, Wastafel dll)	Y	5	7	10
26	Meteran Listrik	Z	1	2	3
27	Taman	AA	10	15	20
28	Pembersihan	AB	2	3	4

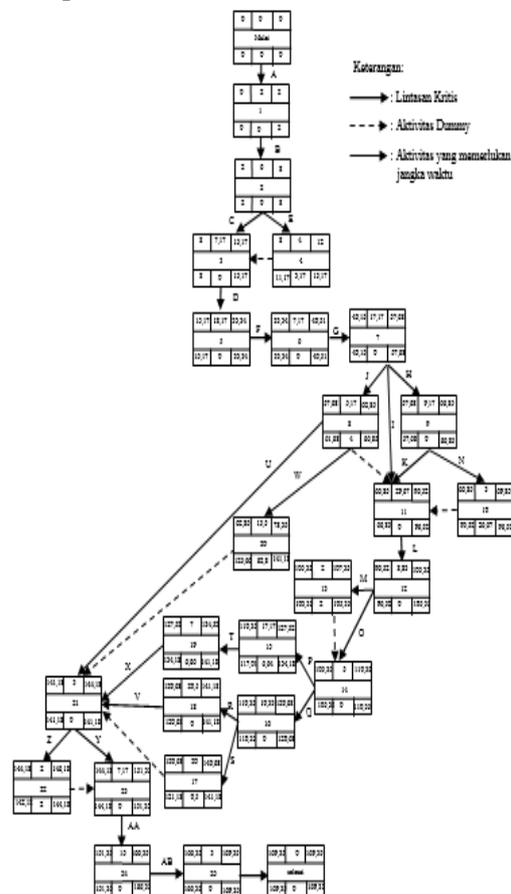


Gambar 1. Proses Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dibahas mengenai hasil penjadwalan proyek pembangunan perumahan Granada Regency Karang yang berada di Jl. Karang Indah Timur, Semanding, Kabupaten Tuban oleh CV. Granada Property dijadwalkan selesai selama 6 bulan (180 hari) dengan menggunakan CPM/PERT dan simulasi Monte Carlo untuk mengoptimasi waktu pengerjaan. Adapun data yang digunakan adalah daftar aktivitas, perencanaan waktu, aktivitas pendahulu dan biaya upah pekerja. Berikut adalah jenis aktivitas dan perencanaan waktu yang terdapat pada Tabel 1.

Berdasarkan hitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.1), (2.3), (2.5),(2.7) dan (2.8) diperoleh jaringan proyek yang dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Jaringan Proyek Lintasan Kritis
 Lintasan kritis pada Gambar 4.1 adalah yang mempunyai panah tebal dan dilalui aktivitas A-B-C-D-F-G-H-K-L-O-Q-R-V-Y-AA-AB dengan jumlah waktu 169,35 atau 169 hari. Varians lintasan kritis merupakan jumlah varians pada aktivitas lintasan yaitu sebesar 14,425. Adapun probabilitas keberhasilan proyek perumahan Granada Regency Karang dihitung berdasarkan persamaan 2.9, 2.10 dan 2.11 adalah 99,74%.

Simulasi *Monte Carlo* merupakan salah satu metode pengoptimalan penjadwalan proyek dengan memanfaatkan bilangan acak. Perhitungan simulasi *Monte Carlo* dengan menggunakan Microsoft Excel. Data awal yang diinputkan dalam simulasi *Monte Carlo* dengan Microsoft Excel adalah waktu maksimum dan minimum. Waktu maksimum diperoleh berdasarkan waktu yang diinginkan oleh perusahaan, sedangkan waktu minimum diperoleh berdasarkan pengalaman dengan cara penambahan tukang (*crashing*). Waktu yang diinginkan oleh perusahaan digunakan sebagai nilai sampel $x_1 = 180$ dan waktu *crash* didefinisikan dengan nilai sampel $x_2 = 150$. Untuk mendapatkan jumlah iterasi menghitung terlebih dahulu standar deviasi dan *absolute error* berdasarkan persamaan 2.13 dan 2.14

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2}{k}}$$

$$= \sqrt{\frac{(180 - 165)^2 + (150 - 165)^2}{2}} = 10,6$$

Untuk menghitung *absolute error* nilai yang diinginkan (relative error) kurang dari 2%, maka diperoleh

$$\varepsilon = \frac{\bar{x}}{\left(\frac{\sigma}{RE}\right)} = \frac{165}{\left(\frac{1}{0,02}\right)} = 3,3$$

Sehingga jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil error yang kurang dari 2% dapat diperoleh berdasarkan persamaan 2.15

$$n = \left(\frac{3\sigma}{\varepsilon}\right)^2$$

$$= \left(\frac{3(10,6)}{3,193}\right)^2 = 92,9 \text{ iterasi}$$

Setelah didapatkan jumlah iterasi sebanyak 92,9 atau dibulatkan 93 iterasi kemudian menghitung hasil simulasi *Monte Carlo* proyek penjadwalan perumahan dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk melakukan pemeriksaan *Histogram* pada *Data Analysis* untuk melihat probabilitas keberhasilan dari setiap kemungkinan waktu yang muncul pada iterasi yang terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Simulasi *Monte Carlo*

Gambar 3 merupakan histogram hasil dari simulasi *Monte Carlo* yang dapat digunakan untuk mengetahui probabilitas keberhasilan waktu proyek yang dapat diselesaikan. Jika seorang kontraktor ingin menyelesaikan proyek dalam waktu 169 hari maka pada Gambar 4.2 waktu 169 hari terletak diantara waktu 166 dan 170 hari maka untuk waktu penyelesaian 169 hari mempunyai probabilitas keberhasilan 97,5%.

Optimasi waktu penjadwalan proyek pembangunan perumahan Granada Regency Karang yang berada di Jl. Karang Indah Timur, Semanding, Kabupaten Tuban oleh CV. Granada Property. Perumahan dengan type 65 m² ini dijadwalkan selesai 6 bulan (180 hari), dengan menggunakan metode CPM/PERT proyek dapat selesai lebih cepat dari waktu yang direncanakan yaitu 169 hari. Untuk menyelesaikan waktu penjadwalan proyek 169 hari pada metode CPM/PERT memiliki probabilitas keberhasilan 99,74% ,sedangkan menggunakan simulasi *Monte Carlo* untuk menyelesaikan waktu penjadwalan proyek 169 hari probabilitas keberhasilannya 97,5%. Akan tetapi simulasi *Monte Carlo* lebih efisien karena seorang kontraktor dapat melihat beberapa kemungkinan waktu yang diinginkan beserta probabilitas keberhasilan dari masing-masing waktu tersebut, hal ini akan memudahkan seorang kontraktor dalam mengambil keputusan. Dari waktu yang ditargetkan oleh perusahaan 180 hari dengan menggunakan metode CPM/PERT dan simulasi *Monte Carlo* perusahaan bisa menghemat waktu pengerjaan 11 hari.

Dari penghematan waktu pengerjaan 11 hari, juga akan menghemat biaya pekerja sedangkan perusahaan menentukan biaya pekerja sebesar Rp 650.000/m². Kemudian biaya pekerja dikalikan dengan type perumahan yang dibangun Rp 650.000 x 65 = Rp 42.250.000

setelah didapatkan upah pekerja kemudian dibagi dengan waktu perencanaan (180) yaitu Rp 234.722/hari. Jadi didapatkan penghematan biaya tenaga kerja untuk waktu pengerjaan 11 hari sebesar Rp 2.581.944. Dengan demikian perusahaan dapat menghemat waktu pengerjaan 11 hari dan juga menghemat biaya sebesar Rp 2.581.942.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penjadwalan proyek pembangunan perumahan menggunakan metode PERT dan simulasi *Monte Carlo* memiliki tingkat keberhasilan tinggi karena untuk penyelesaian waktu penjadwalan proyek 169 hari memiliki probabilitas keberhasilan 99,74% dan 97,5%. Akan tetapi simulasi *Monte Carlo* lebih efisien karena seorang kontraktor dapat melihat beberapa kemungkinan waktu yang diinginkan beserta probabilitas keberhasilan dari masing-masing waktu tersebut, hal ini akan memudahkan seorang kontraktor dalam mengambil keputusan. Dari waktu yang direncanakan 180 hari seorang kontraktor dapat mengefisiensi waktu 11 hari dan bisa menghemat biaya sebesar Rp 2.581.942.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Ganame, P. & Chaudhari, P. 2015. *Construction Building Schedule Risk*

Analysis Using Monte Carlo Simulation. International Research Journal of Engineering and Technologi. Vol.02, No.4, Hal.1402-1406.

- [2] Heizer, J. & Render, B. 2009. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- [3] Fembrianto, S. 2017. *Optimalisasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Graha Kayen Asri Menggunakan Fuzzy Trapezoidal Critical Path Method*. Disertasi Tidak Diterbitkan. Malang: Program Sarjana Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- [4] Taha, A. 2007. *Operation Research: An Introduction, Eight Edition*. Fayetteville: University of Arkansas.
- [5] Taylor. R., C. 1996. *Ekonomi Produksi*. Yogyakarta: UGM Press
- [6] Winston, W., L. 2004. *Operation Research Applications and Algorithms*. Duxbury: New York.
- [7] Arikunto, S. 1997. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.