

Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Penerapan Simulasi Monte Carlo

Dian Febrianti*¹, Bambang Tripoli², Zakia³, Rahmat Djamaluddin⁴

^{1,2,3}Universitas Teuku Umar, Alue Peunyareng, Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
e-mail: *¹dianfebrianti@utu.ac.id, ²bambangtripoli@utu.ac.id, ³zakia.mrk@gmail.com,
⁴rahmatdjamaluddin@utu.ac.id

Abstract

The scheduling method that is often used in project planning in a deterministic way is the CPM method, the PERT method. However, in reality, uncertainty is often found in project completion, in accordance with the characteristics of a construction project that has a high level of risk. One of the methods used to determine the estimated project time is the monte carlo simulation method. The monte carlo simulation is a statistical sampling technique used to estimate solutions to quantitative problems. The research was conducted on the construction project of the Public Service Center (PSC) building in Krueng Sabee District, Aceh Jaya Regency. The purpose of this study is to determine the probabilistic method of scheduling and to explain the application of the monte carlo method for scheduling. The data used in this study are secondary data in the form of interviews and project implementation time schedule (curve S). Based on the monte carlo simulation that has carried out the distribution of completion on a public service center building construction project, the minimum value of the total project duration is 86.40 days, the maximum value of the total project duration is 105 days, and the mean value is 96 days. So the project can be completed within 96 days of the 100 plan days. So it can be concluded that the project is completed 4 days faster than the 100 day plan. Based on the above explanation, the Monte Carlo simulation is not significant enough to reduce the project duration, so that more significant work can be added or overtime.

Keywords— *Scheduling, Probabilistic, Simulation, Monte Carlo*

1. PENDAHULUAN

Dalam merencanakan suatu proyek, salah satu hal yang penting adalah penjadwalan atau scheduling. Menurut Ervianto (2004), Penjadwalan proyek merupakan bagian dari konsep yang menunjukkan informasi terkait penjadwalan dan progress kinerja tenaga kerja, anggaran proyek, perlengkapan dan peralatan proyek, dan bahan material proyek.

Ada beberapa metode penjadwalan yang umum, yaitu PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) CPM (*Critical Path Method*), dan PDM (*Preseden Diagram Method*). Penggunaan metode penjadwalan dengan estimasi waktu secara deterministik dapat mengasumsikan waktu pekerjaan dengan tepat, karena setiap proyek konstruksi memiliki risiko disetiap perencanaan yang telah ditentukan.

Dalam memperkirakan ketidakpastian waktu pada penjadwalan proyek yang telah direncanakan, maka dilakukan penyusunan skedul kebutuhan waktu kegiatan yang ditinjau secara probabilistik dengan metode *Monte Carlo*. Melalui metode ini dapat disimulasikan durasi proyek sampai 1000 x. Simulasi monte carlo dapat memprediksi kesalahan nilai maksimum dan minimum durasi proyek. Program yang umum digunakan dalam membuat simulasi ini adalah aplikasi add-in pada microsoft project yaitu risk project planner atau dapat juga digunakan program add-in pada microsoft excell yaitu program crystal ball. Penggunaan software dapat

mempermudah penjadwalan dan mengurangi resiko kesalahan. Sehingga dengan menggunakan program microsoft project adanya bermacam jenis durasi yang tidak sesuai dengan kegiatan akan memiliki petunjuk waktu yang sesuai.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka penelitian ini dilakukan terkait mengenai perencanaan menggunakan penjadwalan probabilistik dengan metode yang telah dikembangkan yaitu PERT dengan bantuan microsoft project dan di simulasi dengan metode monte carlo menggunakan program crystal ball.

Menurut Abisetyo (2016), Metode Penjadwalan PERT memiliki beberapa estimasi yang dapat mewakili kegiatan, yaitu: (a) waktu optimis, (m), waktu paling mungkin dan (b) waktu pesimis. Waktu optimis dan pesimis dapat diartikan hanya memiliki satu peluang kemungkinan dalam seratus kejadian yang berdekatan dengan kegiatan tersebut dan waktu paling sering terjadi.

Menurut Mahayu (2014), *Crystal ball* merupakan salah satu mekanisme kerja yang menggunakan pemodelan perkiraan, proyeksi, simulasi, dan optimasi. Mekanisme kerja *Crystal ball* dapat memberikan pengetahuan yang mudah dipahami terkait faktor-faktor kritis yang dapat mempengaruhi resiko dari setiap pekerjaan. *Crystal ball* dapat menghasilkan keputusan yang berstrategi. sehingga hasil dari pencapaian dan tujuan dari setiap kegiatan dapat meningkatkan daya saing dibawah kondisi pasar yang tidak stabil. *Crystal ball* memiliki aplikasi yang meliputi analisis resiko keuangan, evaluasi kegiatan, teknik, estimasi biaya, dan manajemen proyek.

Menurut Mahayu (2014), Simulasi *monte carlo* termasuk kedalam metode numerikal dan sering digunakan untuk uji coba statistik agar dapat memperkirakan jumlah atau angka yang tidak diketahui. Simulasi *monte carlo* memiliki kemungkinan kejadian dari setiap kegiatan dengan menggunakan sampel acak (random).

Kelebihan yang dapat kita peroleh dari simulasi *monte carlo* diproyek kontruksi adalah dapat mengevaluasi dan mengukur ketidakpastian kegiatan proyek kontruksi, membantu manager proyek untuk dapat mengevaluasi dan justifikasi proyek berdasarkan kontrak kerja dan berdasarkan peristiwa resiko yang akan terjadi selama proyek berlanngsung.

Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan *Metode Monte Carlo* yang dapat menjadi acuan dalam penelitian ini

1. Fikri (2015), dalam penelitiannya “Monitoring Proyek Dengan Metode *Monte Carlo* pada Durasi Pekerjaan”. Hasil dari penelitian ini menunjukkan dari beberapa perencanaan kebutuahn waktu proyek yang mengalami perbedaan pada total kebutuhan waktu proyek, yaitu waktu perencanaan proyek membutuhkan 192 hari, sedangkan hasil simulasi monte carlo membutuhkan waktu 216 hari. Berdasarkan simulasi monte carlo menunjukkan probabilitas perencanaan kebutuhan waktu proyek sebesar 30% dan untuk hasil kebutuhan waktu proyek simulasi adalah sebesar 80%. Dengan adanya pengawasan proyek yang tepat dan menggunakan silmulasi monte carlo, maka dapat diketahui kemungkinan keterlambatan proyek dan kegiatan kritis yang mungkin terjadi;
2. Rahmadhani (2012), dalam penelitiannya “Penerapan Metode *Monte Carlo* pada Penjadwalan Proyek Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013”. Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan terdapat perbedaan penjadwalan pada total durasi pekerjaan yakni durasi tercepat selama 108 hari, durasi paling mungkin selama 126 hari, durasi terlama selama 150 hari dan durasi hasil simulasi monte carlo selama 132 hari. Lama durasi jadwal rencana selama 120 hari dengan probabilitas sebesar 18%. Sedangkan durasi hasil simulasi monte carlo selama 132 hari dengan probabilitas sebesar 68%. Sehingga probabilitas menunjukkan 100% untuk durasi terlama selama 150 hari.

Ada beberapa tujuan dari penelitian antara lain:

1. Mengetahui aplikasi penjadwalan proyek secara probabilistic;

2. Menjelaskan hasil silmulasi *monte carlo* untuk perencanaan kebutuhan waktu pada proyek pembangunan gedung public service center (PSC) Pusat Pelayanan Keselamatan Terpadu Kecamatan Krueng Sabee Kabupaten Aceh Jaya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan gedung public service center (PSC) pusat pelayanan keselamatan terpadu untuk sistem penanggulangan gawat darurat terpadu, yang berada di Kecamatan Krueng Sabee Kabupaten Aceh Jaya

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data-data yang dipergunakan pada penelitian ini, yaitu;

- a. Data primer yaitu, data yang diperoleh melalui wawancara dan kuisioner dengan pihak pelaksana terkait waktu dari setiap kegiatan dalam proyek, berdasarkan pengalaman durasi yang di maksud adalah durasi optimis, paling mungkin dan pesimistis.
- b. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian yaitu, data *time schedule*, dan analisa teknis.

2.3 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini, terlebih dahulu membuat hubungan keterkaitan kegiatan yang saling ketergantungan, biasa disebut *network diagram* dengan menggunakan metode PERT. Penyusunan *Network diagram* pada tahapan ini bertujuan untuk menentukan probabilitas dari setiap kegiatan, lalu dilanjutkan dengan silmulasi monte carlo.

2.3.1 Pengolahan data metode PERT

Pengolahan data dengan metode PERT memiliki langkah-langkah berikut, yaitu ;

1. Menentukan kegiatan proyek yang disesuaikan dengan waktu penjadwalan yang ditentukan;
2. Menentukan waktu dan kegiatan proyek, ada kegiatan yang harus didahulukan dan dilanjutkan kegiatan yang mengikutinya.
3. Membuat perkiraan durasi dan kegiatan pada proyek dengan tiga perkiraan yaitu;
 - a. Optimistic Time = a (Waktu yang paling optimis)
Apabila suatu kegiatan dapat diselesaikan dengan tepat waktu dan sesuatunya yang berkaitan dengan proyek tersebut dapat berjalan dengan lancar tanpa persoalan-persoalan.
 - b. Most Likely Time = m (Waktu yang paling mungkin)
Adalah waktu yang digunakan berdasarkan pemikiran estimator, menggambarkan kegiatan yang paling sering terjadi dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, apabila kegiatan ini dilakukan secara berulang-ulang dalam kondisi yang sama.
 - c. Pessimistic Time = b (Waktu yang paling pesimistis)
Adalah waktu maksimum, jika suatu aktivitas diselesaikan pada kondisi yang sangat buruk, dimana dalam pelaksanaan diganggu oleh persoalan-persoalan yang

disebabkan adanya cuaca buruk, kerusakan-kerusakan, problem personil, problem penyediaan material, dan sebagainya.

4. Menentukan nilai rata-rata durasi/waktu dari setiap kegiatan.

$$te = \frac{a + 4m + b}{6} \quad (1)$$

5. Menghitung nilai deviasi (s) dari setiap kegiatan, dan nilai varian dari setiap aktivitas dengan menggunakan

$$d = \frac{(b - a)}{6} \quad (2)$$

Varian kegiatan;

6. $V(te) = d^2 = \left(\frac{(b - a)}{6}\right)^2$ (3)

7. Menyusun *Network Diagram*

8. Menentukan jalur kritis.

$$TE = \text{jumlah } te \text{ kegiatan} - \text{kegiatan kritis} \quad (4)$$

9. Menentukan varian pada setiap aktivitas kritis di jalur kritis terpanjang yang menuju titik peristiwa TE, yang di maksud;

$$V(TE) = \text{jumlah } V(te) \text{ kegiatan kritis} \quad (5)$$

10. langkah terakhir, yaitu menentukan nilai probabilitas dengan melihat kemungkinan capaian target T (d);

$$z = \frac{T(d) - TE}{S} \quad (6)$$

Dengan deviasi standar peristiwa :

$$S = \sqrt{V(TE)} \quad (7)$$

Keterangan :

- a = Waktu optimistik;
- b = Waktu pesimistik;
- m = Waktu paling mungkin;
- te = *Time estimate*;
- V = Varian;
- S = Standar deviasi;
- z = Kemungkinan target.

2.3.2 Proses simulasi Monte Carlo

Berdasarkan hasil data estimasi durasi dengan menggunakan metode PERT yang telah dilakukan, dilanjutkan dengan proses simulasi yang menggunakan crystal ball, berupa software add-in (tambahan) pada mirosoft excell. Tahap-tahap dalam melakukan simulasi *Monte Carlo* adalah sebagai berikut :

1. Menginput aktivitas-aktivitas pekerjaan, beserta durasinya. Setiap sub item pekerjaan di input bersamaan dengan lama durasi yang digunakan;
2. Memperkirakan item pekerjaan yang memperlihatkan kurva distribusi, dilakukan agar sub-sub pekerjaan dapat mengasumsikan kurva distribusi segitiga;
3. Menentukan LF (*Latest Finish*) ditinjau dari ketergantungan hubungan-hubungan aktivitas yang ada. Pada tahapan proses menentukan LF (*Latest Finish*) dari setiap pekerjaan, bertujuan agar diketahuinya batas tanggal pekerjaan yang diselesaikan dengan durasi waktu yang lama;
4. Mengatur *run preference*. Pada tahapan ini silmulasi dilakukan 1000 x.
5. Melakukan proses simulasi untuk menentukan probabilitas. Setelah selesai diinputkan data, maka simulasi siap untuk dijalankan;
6. Mengatur hasil luaran pada analisis. Pada tahapan ini option yang dapat dipilih forecast chart dan sensitivitas chart untuk memperoleh hasil dari simulasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Network Diagram

Pada penelitian ini jaringan kegiatan disusun dengan bantuan *microsoft project* sehingga membentuk *Network Diagram*, hubungan ketergantungan antar kegiatan ditentukan terlebih dahulu. Hasil hubungan ketergantungan antar kegiatan pada *microsoft project* terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hubungan Ketergantungan Antar Kegiatan

Task Name	Duratio	Predecessors	Successors	Free	Total
Pembangunan Gedung <i>Public</i>	100			0 days	0 days
Pekerjaan Persiapan	100			0 days	0 days
Pembersihan Lapangan	7 days		4SS	0 days	93 days
Pengukuran dan Pasangan	7 days	3SS	5SS	0 days	93 days
Keselamatan Kerja K3	100	4SS	6SS	0 days	0 days
Papan Nama Proyek	3 days	5SS	7SS	0 days	97 days
Administrasi dan	100	6SS	9SS	0 days	0 days
Pekerjaan Tanah & Pondasi	100			0 days	0 days
Galian tanah bawah pondasi	7 days	7SS	10FS+7	0 days	65 days
Galian tanah bawah pondasi	7 days	9FS+7 days	11,12SS,101	0 days	65 days
Timbunan tanah untuk	14 days	10		65 days	65 days
Urugan kembali tanah bawah	14 days	10SS	13	0 days	58 days
Urugan kembali tanah bawah	14 days	12		58 days	58 days
Lapisan pasir bawah pondasi	7 days	9SS	15SS	0 days	93 days
Lapisan pasir bawah pondasi	7 days	14SS	16	0 days	86 days
Aanstamping bawah pondasi	7 days	15	17SS	0 days	86 days
Aanstamping bawah pondasi	7 days	16SS	18FS+7	0 days	63 days
Pasangan pondasi batu	16 days	17FS+7 days	19SS+14	0 days	63 days
Cor beton Lantai Kerja tebal	16 days	18SS+14		49 days	49 days
Pasangan pondasi Gunung	21 days	17SS	22SS+7 days	0 days	72 days

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kegiatan yang memiliki nilai total float sama dengan nol, merupakan kegiatan yang berada pada lintasan kritis yaitu pekerjaan keselamatan kerja K3, administrasi dan dokumentasi, cat dinding tembok (L/D), cat *plafond* dan *list plafond*, dan cat mengkilat daun pintu/jendela dan jalusi.

3.2 Hasil Durasi waktu PERT

Salah satu ketentuan dalam membuat jaringan hubungan kegiatan dengan metode PERT adalah membuat susunan urutan kegiatan proyek. Jaringan kerja PERT membutuhkan 3 estimasi waktu untuk setiap kegiatan yaitu durasi optimis (a), durasi realistis (m), dan durasi pesimis (b). Data durasi didapat dengan melakukan wawancara dengan pihak yang sudah berpengalaman agar penentuan waktu yang didapat lebih akurat. Adapun 3 estimasi durasi PERT yang telah dianalisa terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Durasi Estimasi PERT

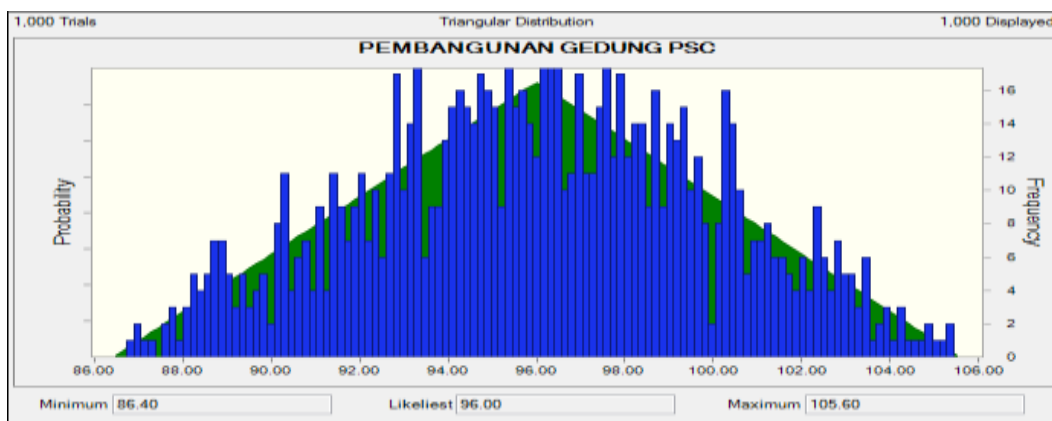
No	Uraian Item Pekerjaan	Waktu optimis (a)	Waktu realistis (m)	Waktu pesimis (b)	Waktu yang diharapkan $t = (a + 4m + b) / 6$
A. PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pembersihan Lapangan	7	3	2	4
2	Pengukuran dan Pasangan Bouwplank	7	2	5	3
3	Keselamatan Kerja K3	100	100	100	100
3	Papan Nama Proyek	7	3	1	3
4	Administrasi dan Dokumentasi	100	100	100	100
B. PEKERJAAN TANAH & PONDASI					
1	Galian tanah bawah pondasi menerus	7	3	2	4
2	Galian tanah bawah pondasi tapak	7	2	1	3
3	Timbunan tanah untuk peninggian elevasi 45 cm	14	12	7	12
4	Urugan kembali tanah bawah pondasi menerus	14	7	7	8
5	Urugan kembali tanah bawah pondasi tapak	14	9	7	10
7	Lapisan pasir bawah pondasi menerus	7	4	3	4
8	Lapisan pasir bawah pondasi tapak	7	4	3	4
9	Aanstamping bawah pondasi menerus	7	5	4	5
10	Aanstamping bawah pondasi tapak	7	6	4	6

Berdasarkan hasil durasi PERT yang telah dianalisis dapat diketahui durasi yang diinginkan. Setelah itu durasi ini dianalisis lagi dengan menggunakan *microsoft project*.

3.3 Hasil simulasi monte carlo

Hasil simulasi *monte carlo* pada proyek pembangunan gedung *public service center* diperoleh:

- a. Pada tahapan simulasi dilakukan 1000 kali literasi, sehingga didapatkan nilai minimum durasi proyek 84,40 dan nilai maksimum proyek adalah 105,60 hari
- b. Dalam nilai mean, di dapatkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek paling mungkin, yaitu 96 hari;
- c. *Varians* populasi total waktu yang dibutuhkan proyek adalah 15,36.
- d. Berdasarkan durasi yang digunakan maka standard deviasi adalah 3,92.
- e. *Skewness* yang diperoleh adalah -0,0343 dari keseluruhan durasi proyek. Hal ini menunjukkan bentuk distribusi tidak seimbang, dapat dilihat dari grafik agak condong ke kiri dengan penyimpangan puncak sebesar 0,0343;
- f. *Kurtosis* yang diperoleh adalah 2,37. Kurtosis menunjukkan bentuk distribusi total durasi diperoleh;
- g. Nilai *Median* dari proyek adalah 96 hari;
- h. *Persentil* yaitu pembagian 100 kedudukan data yang telah diurutkan didalam distribusi.



Gambar 1 Hasil Simulasi *Monte Carlo* Durasi Estimasi Penyelesaian Proyek

Tabel 3 Analisis Statistik Simulasi *Monte Carlo*

<i>Statistic</i>	<i>Assumption Values</i>	<i>Triangular Distribution</i>
<i>Trials</i>	1.000	'---
<i>Base Case</i>	96.00	96.00
<i>Mean</i>	96.02	96.00
<i>Median</i>	96.06	96.00
<i>Mode</i>	'---	96.00
<i>Standard Deviation</i>	3.85	3.92
<i>Variance</i>	14.85	15.36
<i>Skewness</i>	-0.0343	0.00
<i>Kurtosis</i>	2.37	5.40
<i>Coeff. Of Variation</i>	0.0401	0.0408
<i>Minimum</i>	86.45	86.40
<i>Maximum</i>	105.26	105.60
<i>Mean Std. Error</i>	0.12	'---

Tabel 4 Nilai *Percentile* Durasi Estimasi Penyelesaian Proyek

<i>Percentile</i>	<i>Assumption Values</i>	<i>Triangular Distribution</i>
0%	86,45	86,40
10%	90,71	90,69

<i>Percentile</i>	<i>Assumption Values</i>	<i>Triangular Distribution</i>
20%	92,51	92,47
30%	93,88	93,84
40%	94,93	94,99
50%	96,05	96,00
60%	97,05	97,01
70%	98,14	98,16
80%	99,57	99,53
90%	101,17	101,31
100%	105,26	105,60

Nilai P 10% = 90,69 \approx 91 hari. Hal ini menunjukan total durasi untuk penyelesaian proyek membutuhkan waktu 91 hari, atau dapat diasumsikan nilai tersebut berkurang 10% dari seluruh data yang diinput, sedangkan 90% nya dibutuhkan durasi 91 hari.

Nilai P 90% = 101,31 \approx 101 hari. Hal ini menunjukan total durasi penyelesaian proyek 101 hari, sehingga menunjukan durasi tersebut sebesar 90% dari seluruh data.

3.4 *Tingkat sensitivitas aktivitas proyek*

Metode sensitivitas memberikan pengaruh terhadap *output* variabel proyek dari distribusi aktivitas. Keseluruhan waktu proyek yang aktivitasnya memiliki sensitivitas tinggi akan memberikan pengaruh terhadap durasi proyek. Semakin besar angka sensitivitas, maka kemungkinan risiko yang diperoleh akan tinggi juga. Sehingga banyak kegiatan proyek yang mengalami kegagalan.

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas (*Sensitivity chart*), maka pada proyek ini memiliki aktivitas yang berpengaruh besar terhadap durasi proyek yaitu: pekerjaan elektrikal 4,0 %, pekerjaan kran air 3/4 sebesar 3,7 %, pekerjaan saklar ganda 3,1 %, pekerjaan balok lantai anstamping bawah pondasi menerus, kunci tanam 2 slaag, ring balok 20/35, pembersihan lapangan cor beton lantai kerja K 225, dan urugan tanah luar bangunan dengan nilai masing-masing yaitu 2,4%, 2,4 %, 2,3 %, 2,1 % 2,0 %, 1,6 % dan 1,6 %. Sedangkan dipengaruhi faktor lain sebesar 26,6

Berdasarkan simulasi *monte carlo* yang telah dilakukan distribusi penyelesaian pada proyek pembangunan gedung *public service center* nilai minimum dari total durasi proyek adalah 86,40 hari. Nilai maksimum yang diperoleh adalah 105 hari. Nilai mean dari total durasi adalah 96 hari. Ketiga nilai ini diperoleh dari 1000 kali literasi sehingga didapatkan nilai penyelesaian proyek paling cepat, penyelesaian proyek paling lambat dan nilai rata-rata yang didapatkan dari penjumlahan semua total durasi dibagi dengan jumlah literasi sebanyak 1000.

Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menggunakan simulasi *monte carlo* proyek selesai lebih cepat 4 hari dari 100 hari rencana (kurva S) sehingga durasi yang dibutuhkan menjadi 96 hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Probabilitas durasi proyek dengan menggunakan metode PERT dan simulasi *monte carlo* sehingga proyek dapat diselesaikan selama 96 hari dari total durasi 100 hari (kurva S), atau proyek selesai lebih cepat 4 hari dibandingkan rencana awal;
2. Berdasarkan simulasi *monte carlo* proyek selesai paling cepat 86,40 hari, paling lambat 105 hari dan paling mungkin selesai selama 96 hari dari total 100 hari rencana. Analisis ini berdasarkan 1000 kali literasi;

3. Berdasarkan analisis sensitivitas pekerjaan-pekerjaan yang memberikan pengaruh besar terhadap durasi proyek, yaitu pekerjaan elektrikal 4,0 %, kran air 3/4 sebesar 3,7 % , saklar ganda 3,1 %, balok lantai 2,4 %, aanstamping bawah pondasi sebesar menerus 2,4 %, kunci tanam 2 slaag sebesar 2,3 %, ring balok 20/35 2,1 %, pembersihan lapangan sebesar 2,0 %, cor beton lantai kerja K 225 sebesar 1,6 %, urugan tanah luar bangunan sebesar 1,6 %, sedangkan dipengaruhi faktor lain sebesar 26,6 %.

5. SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

1. Ketika membuat hubungan antar pekerjaan dalam *microsoft project* sebaiknya dilakukan secara teliti agar memperoleh hasil analisis yang akurat;
2. Penentuan durasi etimasi PERT mengambil orang yang telah berpengalaman pada bidangnya sehingga penentuan durasi lebih akurat;
3. Agar pengurangan durasi lebih signifikan penelitian dapat ditambahkan penambahan tenaga kerja ataupun waktu lembur;
4. Penjadwalan secara probabilistik sebaiknya menggunakan data *historis* dan data lainnya sehingga menghasilkan data yang tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapkan terima kasih kepada Pihak Pemerintah Kabupaten Aceh Jaya yang telah membantu untuk kelengkapan data dan informasi. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman dan mahasiswa yang telah berkontribusi untuk menyelesaikan penelitian ini dengan lancar dan tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abisetyo, W., 2016, Penerapan Penjadwalan Probabilitas Pada Proyek Pengembangan Gedung FSAINTEK UNAIR, Fakultas Teknik Institute Teknik Surabaya.
- [2] Ervianto, W., 2004, Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi, Yogyakarta : Andi.
- [3] Fikri, M.A., 2015, Monitoring Proyek Dengan Metode Monte Carlo Pada Durasi Pekerjaan, Fakultas Teknik Universitas Barawijaya, Malang.
- [4] Mahayu, L.A, 2014, Penjadwalan Dengan Simulasi Monte Carlo Pada Proyek Pembangunan Gedung Parkir Kendaraan Roda Dua Universitas Muhammadiyah Surakarta. Diakses 19 Oktober 2017, Avaliable from internet ejournal. Ac.id/index.php/2451/
- [5] Rahmadhani, M. B., 2012, Penerapan Metode Monte Carlo Pada Penjadwalan Proyek Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013, Fakultas Teknik Universitas Barawijaya, Malang.