



Kajian pengendalian waktu dan biaya dengan metode nilai hasil dan simulasi monte carlo

Rahmayana^{1✉}, Sofyan Bachmid¹, Husni Maricar¹

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Makassar⁽¹⁾

DOI: 10.31004/jutin.v8i1.41834

✉ Corresponding author:

rahmayana@gmail.com

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Konsep Nilai Hasil;</i> <i>Monte Carlo;</i> <i>Keterlambatan;</i> <i>Probabilitas</i></p>	<p>Tidak jarang suatu proyek yang dibangun mengalami penyimpangan baik itu dalam hal waktu yang melebihi rencana, maupun biaya pelaksanaan yang membengkak melebihi dari Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) proyek. Pada penelitian ini yaitu proyek renovasi dan relokasi kantor cabang pembantu bank mandiri Malino, kabupaten Gowa dianggap perlu dilakukan suatu pengendalian biaya dan waktu dengan menggunakan metode konsep nilai hasil dan monte carlo untuk mengatasi semua resiko ketidakpastian yang mempengaruhi keterlambatan proyek, kinerja biaya dan waktu serta nilai probabilitas keakuratan biaya dan waktu dalam pembangunan proyek tersebut. Konsep nilai hasil menganalisis Rencana Anggaran Biaya (RAB), harga upah dan bahan serta biaya aktual proyek. Kemudian pada metode monte carlo menganalisis rentang biaya dan waktu yang bervariasi diperoleh dari hasil wawancara dari kontraktor. Analisis dilakukan dengan membandingkan perhitungan secara manual dan menggunakan bantuan software Monitoring berdasarkan metode konsep nilai hasil menunjukkan bahwa estimasi penyelesaian proyek dengan biaya 1,375,951,311.10 dengan durasi proyek 146 hari. Sedangkan biaya penyelesaian proyek berdasarkan simulasi monte carlo sebesar 1,608,123,328.80 dengan waktu penyelesaian 130 hari.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Concept Of Outcome Value;</i> <i>Monte Carlo;</i> <i>Delay;</i> <i>Probability</i></p>	<p>Abstract</p> <p>It is not uncommon for a project to be built to experience deviations, either in terms of time exceeding the plan, or implementation costs increasing beyond the project's Implementation Budget Plan (RAP). In this research, namely the renovation and relocation project of Bank Mandiri Malino sub-branch office, Gowa Regency, it is deemed necessary to control costs and time using the value of results and Monte Carlo concept methods to overcome all risks of uncertainty that affect project delays, cost and time performance and value. probability of accuracy of costs and time in the construction of the project. The value concept results from analyzing the Planned Cost Budget (RAB), prices of wages and materials as well as actual project costs. Then, using the Monte Carlo method, analyzes the varying</p>

cost and time ranges obtained from interviews with contractors. Analysis carried out by comparing manual calculations and using monitoring software based on the value of results concept method shows that the estimated project completion costs 1,375,951,311.10 with a project duration of 146 days. Meanwhile, the cost of completing the project based on Monte Carlo simulation is 1,608,123,328.80 with a completion time of 130 days.

1. INTRODUCTION

Didalam suatu lingkup manajemen proyek ada tiga faktor pembatas atau triple constraint yang mempengaruhi manajemen proyek, faktor tersebut terdiri dari cost, scope dan time. Tidak jarang suatu proyek yang dibangun mengalami penyimpangan baik itu dalam hal waktu yang melebihi rencana, maupun biaya pelaksanaan yang membengkak melebihi dari Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) proyek. Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara berkelanjutan. Adanya penyimpangan biaya dan waktu yang signifikan mengindikasikan pengelolaan proyek yang buruk. Untuk proyek-proyek yang besar ketergantungan antara pekerjaan satu dengan yang lain sangat kompleks sehingga pengendalian menjadi rumit. (Apriansyah et al. 2022). Seperti pada proyek renovasi dalam rangka relokasi standarisasi KCP Gowa Malino dengan nilai kontrak 1,7M. Proyek ini direncanakan selesai dalam 50 hari masa kalender. Namun pada pelaksanaannya, proyek tersebut terindikasi mengalami keterlambatan yang mengakibatkan adanya pembengkakan biaya. Berdasarkan wawancara dengan pihak pengawas, adanya keterlambatan pada pengadaan bahan mempengaruhi produktivitas para pekerja dan membuat hasil yang dicapai menjadi kurang optimal. Salah satu metode pengendalian yang dapat digunakan untuk mengendalikan waktu dan biaya proyek adalah metode konsep nilai hasil. Metode ini digunakan untuk menganalisis kinerja pelaksanaan dan membuat perkiraan penyelesaian proyek serta memberikan informasi mengenai kinerja proyek pada suatu periode pelaporan dan menghasilkan estimasi biaya dan waktu untuk penyelesaian seluruh pekerjaan proyek sehingga dapat diketahui tindakan koreksi yang akan dilakukan selanjutnya (Suharyanto 2017). Dengan menggunakan konsep nilai hasil maka didapatkan berbagai indeks kinerja seperti cost performance indeks (CPI) dan schedule performance index (SPI) yang dapat digunakan untuk memprediksi biaya dan waktu penyelesaian proyek.

Untuk mendapatkan estimasi waktu dan biaya yang optimal maka dapat digunakan simulasi monte carlo, Simulasi Monte Carlo adalah teknik sampling yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif. Simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengintegrasikan waktu sebuah data baik proyek ataupun lainnya dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan menghitung distribusi kemungkinan waktu total. Simulasi ini telah banyak digunakan selama puluhan tahun untuk mensimulasikan berbagai situasi matematis dan ilmiah. Analisis dilakukan untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis pembangunan tersebut sehingga mendapatkan perkiraan biaya dan waktu yang optimal dengan cara membandingkan metode konsep nilai hasil dengan simulasi monte carlo. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis mengangkat judul Tesis tentang Kajian Konsep Nilai dan Hasil Terhadap Waktu dan Biaya pada Proyek Renovasi Relokasi KCP Mandiri Gowa Malino. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan memantau agar tidak terjadi pembengkakan biaya maupun keterlambatan pada proyek dibutuhkan.

2. METHODS

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder :

1. Data primer adalah data yang diperoleh oleh peneliti langsung berupa observasi melalui pengamatan lapangan untuk mengetahui gambaran umum lokasi penelitian, kondisi fisik proyek yang sedang berjalan, dan sarana prasarana yang ada di dalam proyek maupun di sekitar proyek. Data sekunder diperoleh dari jurnal serta publikasi lainnya yang memuat informasi yang mendukung penelitian ini.
2. Data sekunder adalah data yang diambil dari sumber yang sudah ada yaitu berupa Rencana Anggaran Biaya, time schedule dan laporan mingguan proyek. Rencana Anggaran Biaya pada proyek ini sebesar dengan nilai kontrak 1,7M. Proyek ini direncanakan selesai dalam 50 hari masa kalender.

Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dari penelitian diperoleh dari konsultan pengawas pada proyek Renovasi Relokasi KCP Mandiri Gowa Malino.

Tahap dan Prosedur Penelitian

1) Konsep Nilai Hasil

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan. Tahapan penelitian dalam penelitian ini yaitu:

- Studi Literatur
- Pengumpulan Data
- Pengolahan Data, yaitu Menghitung Tiga Indikator Penting Antara Lain BCWP, BCWS, DAN ACWP.

Kemudian dari ketiga indikator tersebut bisa didapatkan nilai kinerja proyek dari parameter waktu dan biaya, yaitu SPI dan CPI. Selanjutnya menentukan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC), waktu untuk penyelesaian proyek (ECD) dan biaya total akhir proyek (EAC), lalu melakukan analisis monte carlo. Dalam metode monte carlo ada beberapa tahapan yang nantinya digunakan untuk memperoleh hasil analisis akhir, menghitung BCWS, BCWP, dan ACWP dengan simulasi Monte Carlo pada software Crystal Ball. Kemudian, melakukan analisis perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek : SV, CV, SPI, dan CPI dengan simulasi Monte Carlo pada software Crystal Ball, dan, menghitung nilai EAC dan ETC dengan simulasi Monte Carlo pada Crystal Ball software. Selanjutnya yang terakhir penarikan kesimpulan. Setelah didapat hasil perhitungan dari metode konsep nilai hasil dan metode Monte Carlo kemudian dibandingkan dan didapat kesimpulan. Hasil yang didapat adalah nilai BCWS mean, median, minimum, dan maksimum sehingga akan menghasilkan juga nilai BCWP mean, median, minimum, dan maksimum. Nilai BCWP mean, median, minimum, maksimum akan menghasilkan nilai CV (Cost Varians), SV (Schedule Varians), CPI (Cost Performance Index), SPI (Schedule Performance Index), ETC (Estimate to Complete), EAC (Estimate at Completion) secara mean, median, minimum, dan maksimum. Yang nantinya hasil dari analisis metode monte carlo ini digunakan untuk membandingkan perhitungan secara manual dan dengan menggunakan bantuan software Crystal Ball. Dengan mendapat rentang biaya yang bervariasi akan mendapatkan analisis keuntungan dan kerugian proyek secara beragam baik waktu penjadwalan yang terhitung lebih cepat atau lambat dan sebagainya, sehingga kontraktor akan lebih aman jika menghadapi fluktuasi harga upah dan bahan yang terjadi selama pengerjaan proyek.

2) Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo didefinisikan sebagai semua teknik sampling statistic yang digunakan untuk memperkirakan solusi terhadap masalah-masalah kuantitatif yang digunakan untuk menghitung atau mengiterasi biaya dan waktu sebuah proyek dengan menggunakan nilai-nilai yang dipilih secara random dari distribusi probabilitas biaya dan waktu yang mungkin terjadi dengan tujuan untuk menghitung distribusi kemungkinan biaya dan waktu total dari sebuah proyek (Agustin, Soetjipto, dan Hasanudin, 2023). Simulasi Monte Carlo digunakan untuk mendapatkan rentang durasi dan biaya penyelesaian yang memungkinkan menggunakan aplikasi berbasis spreadsheet terkemuka untuk pemodelan prediktif, peramalan, simulasi, dan pengoptimalan, yaitu Oracle Crystal Ball (Jie & Wei, 2022). Simulasi Monte Carlo bukanlah sebuah penyedia solusi, metode ini hanya membantu kita dalam memprediksi perilaku sebuah sistem dengan memperhitungkan unsur-unsur yang mengandung resiko dan ketidakpastian (Dewi, 2020). Penerapan simulasi Monte Carlo belum mendapat pondasi atau pijakan yang kuat pada dunia manajemen proyek, oleh sebab itu penelitian terhadap simulasi Monte Carlo perlu dilakukan dengan harapan akan menghasilkan alternative dalam penjadwalan/alokasi durasi yang mungkin dapat dipakai dan membantu dalam pengambilan keputusan dan penanganan resiko (Parlindungan, Rambe, dan Puspita, 2023).

3. RESULT AND DISCUSSION

Simulasi Monte Carlo

Penentuan Nilai Optimis, Pesimis dan Paling Mungkin Untuk Waktu

Simulasi Monte Carlo berfungsi untuk membuktikan hasil wawancara terhadap kontraktor mengenai durasi optimis, durasi paling mungkin terjadi, dan durasi pesimis dapat disimulasikan atau tidak dengan simulasi Monte Carlo. Durasi optimis merupakan jangka waktu minimal apabila kegiatan berjalan dalam kondisi sangat baik dan semuanya berjalan lancar tanpa terjadi kendala. Kemungkinan perkiraan waktu optimis akan tercapai atau terjadi sangat rendah. (Nudja, 2015 dalam Juliansah 2023). Berdasarkan data dari kontraktor data yang digunakan pada analisis ini memilih data durasi yang paling cepat. Durasi paling mungkin merupakan

waktu yang didasarkan pada keyakinan estimator menggambarkan waktu terlama yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas apabila aktivitas tersebut dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama (Nudja,2015 dalam Juliansah 2023).Penentuan durasi paling mungkin yaitu dengan menggunakan perbandingan antara durasi perencanaan proyek dengan data dari kontraktor yang paling mungkin terjadi kemudian diambil yang paling mendekati dengan rencana yang ada. Durasi pesimis merupakan jangka waktu maksimal pada suatu kegiatan dapat diselesaikan dalam kondisi yang sangat buruk dan pelaksanaannya terganggu oleh beberapa permasalahan (Nudja,2015 dalam Juliansah 2023).

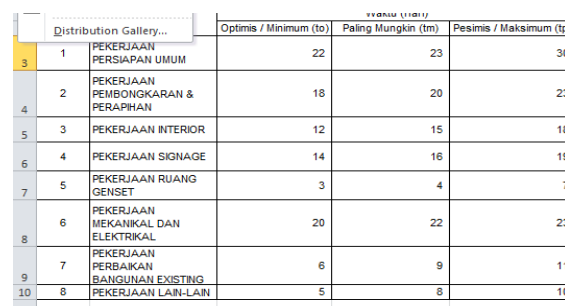
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perkiraan Durasi Penyelesaian Proyek

No	Nama Kegiatan	Waktu (Hari)		
		Optimis / Minimum (to)	Paling Mungkin (tm)	Pesimis / Maksimum (tp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN UMUM	22	23	30
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN & PERAPIHAN	18	20	23
3	PEKERJAAN INTERIOR	12	15	18
4	PEKERJAAN SIGNAGE	14	16	19
5	PEKERJAAN RUANG GENSET	3	4	7
6	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	20	22	23
7	PEKERJAAN PERBAIKAN BANGUNAN EXISTING	6	9	11
8	PEKERJAAN LAIN-LAIN	5	8	10

Sumber: Wawancara kontraktor

Langkah selanjutnya ialah melakukan simulasi dengan menggunakan software Oracle Crystal Ball. Crystal Ball adalah software yang dikhususkan untuk menghitung besar resiko yang muncul pada suatu distribusi probabilitas. Penggunaan software Crystal Ball dipilih karena banyaknya jumlah data yang harus disimulasikan sehingga hampir tidak mungkin apabila harus disimulasikan secara manual. Berikut ini adalah langkah – langkah serta gambar - gambar dalam melakukan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan Crystal Ball:

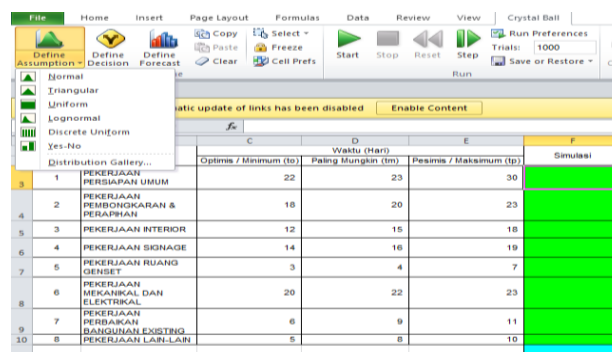
1. Memasukkan data waktu optimis/minimum, pesimis/ maksimum dan paling mungkin.



No	Nama Kegiatan	Waktu (Hari)		
		Optimis / Minimum (to)	Paling Mungkin (tm)	Pesimis / Maksimum (tp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN UMUM	22	23	30
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN & PERAPIHAN	18	20	23
3	PEKERJAAN INTERIOR	12	15	18
4	PEKERJAAN SIGNAGE	14	16	19
5	PEKERJAAN RUANG GENSET	3	4	7
6	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	20	22	23
7	PEKERJAAN PERBAIKAN BANGUNAN EXISTING	6	9	11
8	PEKERJAAN LAIN-LAIN	5	8	10

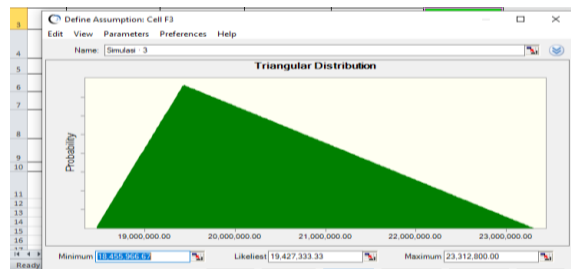
Gambar 4.4 Input data dan asumsi pada software

2. Setelah semua data pekerjaan, durasi optimis, paling mungkin, dan durasi pesimis diinput maka selanjutnya membuat distribusi segitiga dengan cara klik kolom crystal ball, kemudian pilih define assumption pada menu oracle crystal ball dan pilih triangle kemudian klik ok. Klik kotak sebelah kanan pada kolom name kemudian pilih pekerjaan dan memasukkan nilai durasi optimis pada nilai minimum, durasi paling mungkin pada kolom likelist, dan durasi pesimis pada nilai maximum, apabila dirasa sudah benar maka pilih enter kemudian ok.



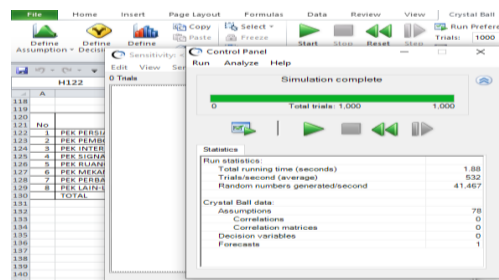
No	Nama Kegiatan	Waktu (Hari)			Simulasi
		Optimis / Minimum (to)	Paling Mungkin (tm)	Pesimis / Maksimum (tp)	
1	PEKERJAAN PERSIAPAN UMUM	22	23	30	
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN & PERAPIHAN	18	20	23	
3	PEKERJAAN INTERIOR	12	15	18	
4	PEKERJAAN SIGNAGE	14	16	19	
5	PEKERJAAN RUANG GENSET	3	4	7	
6	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	20	22	23	
7	PEKERJAAN PERBAIKAN BANGUNAN EXISTING	6	9	11	
8	PEKERJAAN LAIN-LAIN	5	8	10	

Gambar 4.5 Input data dan asumsi pada software Crystall Ball



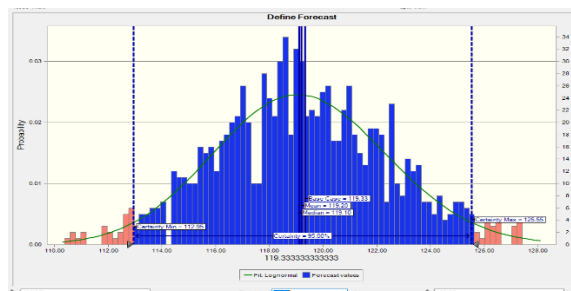
Gambar 4.6 Memasukkan nilai maksimum dan minimum asumsi distribusi

3. Kemudian memasukkan jumlah iterasi pada kotak trial yang terdapat pada toolbar sesuai dengan rumus $N = (3\sigma/E)^2$. Jumlah angka random yang akan disimulasikan dapat disesuaikan dengan hasil perhitungan rumus, namun dipilih jumlah iterasi 1.000 kali karena jumlah tersebut telah memenuhi jumlah iterasi yang diperlukan oleh semua jenis pekerjaan yang terdapat di dalam data.



Gambar 4.7 Proses simulasi sedang berlangsung dan dilakukan iterasi sebanyak 1.000 kali

4. Output yang didapatkan dari hasil simulasi monte carlo berupa grafik distribusi total penyelesaian proyek dan probabilitas distribusi penyelesaian tiap pekerjaan proyek dan distribusi total penyelesaian proyek secara keseluruhan. Rekapitulasi tabel probabilitas pekerjaan dari simulasi monte carlo dapat dilihat pada gambar 4.9 dan untuk grafik probabilitas biaya dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik probabilitas waktu

997 Displayed			
Percentile	Fit: Beta	Forecast values	
0%	8.77	110.11	
10%	115.10	115.09	
20%	116.47	116.42	
30%	117.48	117.40	
40%	118.34	118.40	
50%	119.15	119.10	
60%	119.97	119.94	
70%	120.85	120.86	
80%	121.89	121.99	
90%	123.35	123.38	
100%	=	130.20	

Gambar 4.9 persentase probabilitas durasi total

Berdasarkan hasil simulasi, durasi terpendek yang diprediksi adalah 110 hari namun dengan probabilitas 0%. Artinya, tidak ada scenario dalam simulasi yang menyelesaikan proyek dalam waktu 110 hari atau kurang. Untuk mencapai probabilitas 100% proyek diperkirakan memerlukan waktu hingga 130 hari. Waktu tersebut adalah durasi terpanjang yang diprediksi oleh simulasi, memastikan bahwa proyek akan selesai dalam waktu tersebut dengan kepastian penuh.

Penentuan Nilai Optimis, Pesimis dan Paling Mungkin Untuk Biaya

Berdasarkan wawancara dengan pihak kontraktor penentuan nilai minimum yaitu RAB dikali 5% sedangkan untuk mendapatkan nilai maksimum yaitu RAB dikali 20%. Untuk nilai paling mungkin yaitu nilai RAB itu sendiri.

Tabel 4.12 Nilai minimum, paling mungkin dan nilai maksimum biaya proyek

No	Nama Kegiatan	Biaya Rencana (Rp)	Biaya (Rp)			Biaya Te = (to+4tm+tp)/6
			Optimis / Minimum (to)	Paling Mungkin (tm)	Pesimis / Maksimum (tp)	
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN					
1	PEKERJAAN PERSIAPAN UMUM	19,427,333.33	18,455,966.67	19,427,333.33	23,312,800.00	19,913,016.67
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN & PERAPIHAN	12,205,000.00	11,594,750.00	12,205,000.00	14,646,000.00	12,510,125.00
3	PEKERJAAN INTERIOR	672,280,250.00	638,666,237.50	672,280,250.00	806,736,300.00	689,087,256.25
4	PEKERJAAN SIGNAGE	32,320,000.00	30,704,000.00	32,320,000.00	38,784,000.00	33,128,000.00
5	PEKERJAAN RUANG GENSET	23,973,250.00	22,774,587.50	23,973,250.00	28,767,900.00	24,572,581.25
6	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	477,006,000.00	453,155,700.00	477,006,000.00	572,407,200.00	488,931,150.00
7	PEKERJAAN PERBAIKAN BANGUNAN EXISTING	4,400,000.00	4,180,000.00	4,400,000.00	5,280,000.00	4,510,000.00
8	PEKERJAAN LAIN-LAIN	150,716,500.00	143,180,675.00	150,716,500.00	180,859,800.00	154,484,412.50
A	JUMLAH HARGA PEKERJAAN = JUMLAH	1,392,328,333.33	1,322,711,916.67	1,392,328,333.33	1,670,794,000.00	1,427,136,541.67
B	Jasa Kontraktor 10%	139,232,833.33				
C	Total	1,531,561,166.67				
D	PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) 10% x A	168,471,728.33				
E	JUMLAH TOTAL C + D	1,700,032,895.00				
F	DIBULATKAN	1,700,000,000.00				

Sumber: wawancara kontraktor

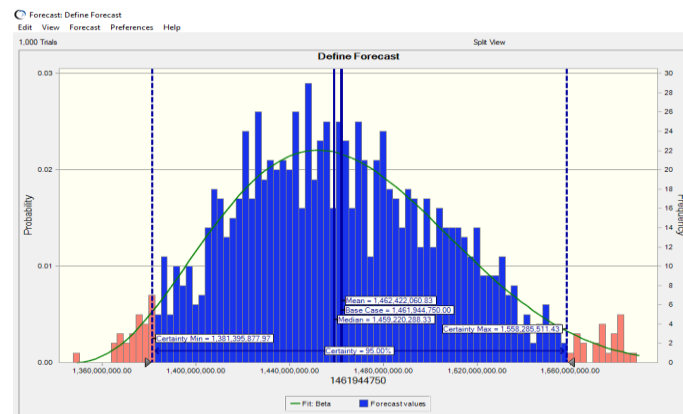
Table 4.13 Nilai RAB setelah simulasi

No	Nama Kegiatan	Biaya Rencana (Rp)	Biaya (Rp)			Biaya Te = (to+4tm+tp)/6	Simulasi
			Optimis / Minimum (to)	Paling Mungkin (tm)	Pesimis / Maksimum (tp)		
A	PEKERJAAN PENDAHULUAN						
1	PEKERJAAN PERSIAPAN UMUM	19,427,333.33	18,455,966.67	19,427,333.33	23,312,800.00	19,913,016.67	20,398,700.00
2	PEKERJAAN PEMBONGKARAN & PERAPIHAN	12,205,000.00	11,594,750.00	12,205,000.00	14,646,000.00	12,510,125.00	12,815,250.00
3	PEKERJAAN INTERIOR	672,280,250.00	638,666,237.50	672,280,250.00	806,736,300.00	689,087,256.25	705,894,262.50
4	PEKERJAAN SIGNAGE	32,320,000.00	30,704,000.00	32,320,000.00	38,784,000.00	33,128,000.00	33,936,000.00
5	PEKERJAAN RUANG GENSET	23,973,250.00	22,774,587.50	23,973,250.00	28,767,900.00	24,572,581.25	25,171,912.50
6	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL	477,006,000.00	453,155,700.00	477,006,000.00	572,407,200.00	488,931,150.00	500,856,300.00
7	PEKERJAAN PERBAIKAN	4,400,000.00	4,180,000.00	4,400,000.00	5,280,000.00	4,510,000.00	4,620,000.00
8	PEKERJAAN LAIN-LAIN	150,716,500.00	143,180,675.00	150,716,500.00	180,859,800.00	154,484,412.50	158,252,325.00
A	JUMLAH HARGA PEKERJAAN = JUMLAH	1,392,328,333.33	1,322,711,916.67	1,392,328,333.33	1,670,794,000.00	1,427,136,541.67	1,461,944,750.00

Sumber: hasil simulasi

Data Statistik Hasil Simulasi RAB Monte Carlo

Setelah didapatkan nilai random dari hasil simulasi monte carlo terhadap biaya proyek dengan menggunakan aplikasi Oracle Crystal Ball maka dapat diketahui data data statistik seperti berikut:



Gambar 4.10 Grafik probability biaya

Percentile	Fit: Beta	Forecast values
0%	1,344,671,406.58	1,347,813,078.45
10%	1,404,325,941.62	1,405,813,654.43
20%	1,421,360,149.58	1,421,736,181.56
30%	1,434,989,228.55	1,434,793,902.21
40%	1,447,403,206.79	1,447,274,594.62
50%	1,459,538,572.46	1,458,961,583.30
60%	1,472,077,832.31	1,471,329,397.14
70%	1,485,807,078.08	1,486,374,510.64
80%	1,502,086,040.77	1,503,340,087.88
90%	1,524,593,458.35	1,523,727,668.99
100%	1,668,442,770.49	1,608,123,328.80

Gambar 4.11 Presentase probabilitas biaya

Berdasarkan hasil simulasi, biaya terkecil yang diprediksi adalah 1,347,813,078.45 namun dengan probabilitas 0%. Artinya, tidak ada scenario dalam simulasi yang menyelesaikan proyek dengan biaya 1,347,813,078.45 dianggap cukup. Untuk mencapai probabilitas 100% proyek diperkirakan memerlukan biaya hingga 1,608,123,328.80 biaya tersebut adalah biaya paling tinggi yang diprediksi oleh simulasi, memastikan bahwa biaya yang telah ditetapkan pada kontrak cukup untuk menyelesaikan proyek.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik sebagai berikut: 1). Monitoring berdasarkan metode konsep nilai hasil menunjukkan bahwa proyek mengalami kemunduran hal tersebut dapat dilihat berdasarkan nilai SV pada minggu ketiga hingga seterusnya bernilai negatif. Biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek sebesar Rp. 1,375,951,311.10 dengan durasi pengerjaan 146 hari yang berarti ada penambahan biaya dan waktu untuk menyelesaikan proyek renovasi relokasi kantor cabang pembantu bank mandiri Malino. 2). Monitoring berdasarkan metode monte carlo membutuhkan biaya sebesar Rp. 1,608,123,328.80 yang berarti anggaran yang telah dianggarkan dianggap cukup untuk menyelesaikan proyek dengan waktu penyelesaian proyek berdasarkan simulasi monte carlo yaitu 130 hari memiliki probabilitas keberhasilan 100%. Sementara durasi terpendek yang dihasilkan dari simulasi yaitu 110 hari yang memiliki probabilitas 0%, hal tersebut dibuktikan dengan adanya keterlambatan pelaksanaan proyek dilapangan. monitoring dengan menggunakan monte carlo dapat diketahui durasi terpendek dan terpanjang begitupun dengan biaya monitoring berdasarkan monte carlo dapat diketahui biaya minimum dan maximum yang diperlukan dalam pembangunan.

5. ACKNOWLEDGMENTS

Penulis menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penelitian ini. Bantuan dan dorongan mereka sangat berharga untuk mewujudkan penelitian

ini. Terima kasih atas waktu, saran, dan bimbingan yang diberikan. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat kepada semua pihak.

6. REFERENCES

- Agustin, C. E., Soetjipto, J. W., & Hasanudin, A. (2023). Probabilitas Ketepatan Biaya Dan Waktu Dengan Metode Monte Carlo Pada Konsep Earned Value Untuk Proyek Jalan. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 4(1), 42-47.
- Apriansyah, A., Bachmid, S., Watono, W., & Abd Muin, S. (2022). Pengendalian Biaya dan Waktu dengan Metode Earned Value pada Proyek Penyelesaian Gedung Sudirman Office Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(2), 128-137.
- Dewi, W. L., Winanda, L. A. R., Wibawanto, H. S., Sebayang, N., & Kurniawati, L. (2023, October). Analisa Konsep Nilai Hasil Pada Proyek Pembangunan Konstruksi Gedung Pada Gereja. In *Seminar Nasional Teknik Sipil* (Vol. 1, No. 1, pp. 96-101).
- Firda, A., & Putra, A. I. (2019). Analisa perbandingan biaya dan waktu antara bekisting konvensional dan bekisting sistem LICO pada pembangunan venue dayung JSC. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(2).
- Gumelar, R., El Unas, S., & Hasyim, M. H. (2015). Analisis Metode Montecarlo Pada Konsep Nilai Hasil Untuk Monitoring Proyek (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Howay, I., Bachmid, S., & Supardi, S. (2022). Analisis Faktor yang Berpengaruh terhadap Akurasi Biaya pada Tahap Desain Proyek Jalan Nasional: Studi Kasus Peningkatan Jalan Basuki Rahmat Kota Sorong. *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains*, 1(7), 30-39.
- Maddeppungeng, A., Ujianto, R., & Fella, M. (2018). Penerapan Metode Simulasi Monte Carlo Terhadap Risiko Finansial Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Apartemen X di Cipulir). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Nasution, F. (2015). Penerapan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value Concept) Dalam Pengendalian proyek.
- Nugroho, P. S., & Mulyono, B. (2016). Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Di Yogyakarta. *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 10.
- Nurjannah, S. (2020). Analisis Konsep Nilai Hasil Menggunakan Primavera Project Planner P6. *SIJIE Scientific Journal of Industrial Engineering*, 1(1), 1-4.
- Nurtsani, R. A., Septiadi, D. R., & Suharyanto, S. (2017). Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(4), 460-470.
- Pamungkas, W. I., & Andreas, A. (2021). Analisis Biaya Dan Waktu Proyek Dalam Proses Kinerja Dengan Menggunakan Metode Earned Value. *Jurnal Artesis*, 1(2), 187-192.
- Ratih, Silvia Yulita, and Dody Irnawan. 2020. "Analisis Proyeksi Jadwal Dan Biaya Akhir Dengan Konsep Nilai Hasil Pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)* 03(02): 97–106. doi:10.54367/jrkms.v3i2.856.
- Rumere, E. Y., Tjakra, J., & Ingkiriwang, R. L. (2019). Konsep Nilai Hasil Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Rumah Postulat Ursulin Ende Nusa Tenggara Timur. *TEKNO*, 17(73).
- Santony, J. (2020). Simulasi penjadwalan proyek pembangunan jembatan gantung dengan metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 30-35.
- Sesunan, D. (2015). Penerapan Biaya Dan Waktu Dengan Konsep Nilai Hasil (Earned Value) Pada Proyek Jalan Terbanggi Besar-Bujung Tenuk Kabupaten Tulang Bawang. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 6(1), 211688.
- Soemardi, B. W., Wirahadikusumah, R. D., Abduh, M., & Pujoartanto, N. (2007). Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi. Makalah. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wicaksono, R. M. B. (2021). Analisis kinerja biaya dan waktu menggunakan metode earned value pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Laboratorium Tradisional Food GMP Facility (Paket 3). *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(1).
- Wirabakti, D. M., Abdullah, R., & Maddeppungeng, A. (2017). Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Konstruksia*, 6(1).