



Probabilitas Ketepatan Biaya Dan Waktu Dengan Metode Monte Carlo Pada Konsep *Earned Value* Untuk Proyek Jalan

Chinta Eva Agustin¹, Jojok Widodo Soetjipto², Akhmad Hasanudin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

¹agustin.chinta@gmail.com, ²jojok.teknik@unej.ac.id, ³udin.teknik@unej.ac.id

Abstract

Planning and implementing a construction project involves several factors that must be considered including cost, quality, and time. This is the main challenge in a project by controlling costs and time without reducing the quality of work. In this study the case of the construction of the Bts Road Reconstruction Package and Widening Package. Bojonegoro-Pajeng City of Sta 28 + 230 - 32 + 230 is deemed necessary to carry out a cost and time control with the Concept of Earned Value and Monte Carlo to look for more indicators in analyzing the project so that an optimal cost and time estimate is obtained. There are 3 (three) parameters used in the result value concept, namely ACWP (Actual Cost Work Performed), BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled), and BCWP (Budgeted Cost Work Performed). Of the three parameters, it can produce various factors that indicate the progress and performance of project implementation, such as CV, SV, CPI, SPI, ETC, EAC, and ECD. The initial stage of the research was data collection. Furthermore, the calculation results can be concluded. The analysis was performed by looking for variations in the calculation manually and using the help of Crystal Ball software. Analyzing the possibility of working on various projects, makes contractors safer in dealing with fluctuations in wage and material prices. The monitoring result with the Result Value Concept is the comparison of the BCWP value below the ACWP value which proves the project is experiencing fund swelling, and the BCWS value above the BCWP value proves the project is experiencing delays. The results of monitoring the Earned Value Concept using the Monte Carlo method produce the maximum and minimum value of all parameters so that it can be used as a reference for the contractor to determine the rescheduling time for the rest of the project so that the costs and time for the project are by the planning.

Keywords: Earned Value Concept, Monte Carlo, Crystal Ball, Scheduling, Probability

Abstrak

Perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek konstruksi melibatkan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan meliputi biaya, mutu dan waktu. Hal tersebut adalah tantangan utama dalam suatu proyek dengan melakukan pengendalian biaya dan waktu tanpa mengurangi mutu pekerjaan. Pada penelitian ini kasus pembangunan Paket Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Bts. Kota Bojonegoro-Pajeng Sta 28+230 - 32+230 dianggap perlu dilakukan suatu pengendalian biaya dan waktu dengan Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) dan Monte Carlo untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis proyek tersebut sehingga mendapat perkiraan biaya dan waktu yang optimal. Terdapat 3 (tiga) parameter yang dipakai dalam konsep nilai hasil, yaitu ACWP (*Actual Cost Work Performed*), BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*), BCWP (*Budgeted Cost Work Performed*). Dari ketiga parameter tersebut dapat menghasilkan berbagai faktor yang menunjukkan kemajuan dan kinerja pelaksanaan proyek, seperti: CV, SV, CPI, SPI, ETC, EAC, dan ECD. Tahap awal penelitian adalah pengumpulan data. Selanjutnya hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan. Analisis dilakukan dengan mencari variasi perhitungan secara manual dan menggunakan bantuan *software Crystal Ball*. Dengan analisis kemungkinan pengerjaan proyek secara beragam membuat kontraktor lebih aman dalam menghadapi fluktuasi harga upah dan bahan. Hasil monitoring dengan Konsep Nilai Hasil adalah perbandingan nilai BCWP di bawah nilai ACWP yang membuktikan proyek mengalami pembengkakan dana, dan nilai BCWS di atas nilai BCWP membuktikan proyek mengalami keterlambatan. Hasil monitoring Konsep Nilai Hasil menggunakan metode Monte Carlo menghasilkan nilai maksimum dan minimum dari semua parameter sehingga dapat dijadikan acuan kontraktor menentukan *time scheduling* ulang untuk sisa pengerjaan proyek agar biaya dan waktu pengerjaan proyek sesuai dengan perencanaan.

Kata kunci: Konsep Nilai Hasil, Monte Carlo, *Crystal Ball*, Penjadwalan, Probabilitas

Diterima Redaksi : 05-02-2021 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 01-08-2023



1. Pendahuluan

Perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek konstruksi melibatkan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan meliputi biaya, mutu dan waktu. Hal tersebut adalah tantangan utama dalam suatu proyek dengan melakukan pengendalian biaya dan waktu tanpa mengurangi mutu pekerjaan [1], [2], dan [3].

Monitoring dan pelaporan proyek sangat diperlukan untuk melakukan proses pengendalian dan pengawasan proyek sehingga diketahui besar penyimpangan biaya dan jadwal antara rencana dan pelaksanaan proyek tersebut pada saat pelaporan dapat diketahui. Monitoring dapat dilakukan dengan menggunakan Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*), yaitu salah satu alat yang digunakan dalam pengelolaan proyek yang mengintegrasikan biaya dan waktu. Terdapat 3 (tiga) parameter yang dipakai, yaitu ACWP (*Actual Cost Work Performed*), BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*), BCWP (*Budgeted Cost Work Performed*). Yang dari ketiga faktor tersebut akan dihasilkan nilai SV, CV, SPI, CPI, EAC, ECD, dan ETC. Seperti halnya beberapa penelitian terdahulu terkait konsep nilai hasil (*earned value*) antara lain dari sumber referensi [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], dan [12]

Pada penelitian ini kasus pembangunan Paket Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Bts. Kota Bojonegoro-Pajeng Sta 28+230 - 32+230 dianggap perlu dilakukan suatu pengendalian biaya dan waktu dengan Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) dan Monte Carlo untuk mencari indikator lebih dalam menganalisis proyek tersebut sehingga mendapat perkiraan biaya dan waktu yang optimal [13], [14], dan [15].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data-data yang ada. Metode tersebut akan digunakan dalam perhitungan secara manual dan dengan bantuan software *Crystal Ball*. Penelitian dilakukan pada proyek Paket Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Bts. Kota Bojonegoro-Pajeng Sta 28+230 - 32+230, dengan nilai RAB perencanaan Rp. 17.215.217.470 (+PPn 10%). Dan rencana pembangunan selama 35 minggu.

Data sekunder pada penelitian ini meliputi jadwal pelaksanaan proyek atau Time schedule, RAB (Rencana Anggaran Biaya), laporan harian dan laporan mingguan.

Perhitungan metode konsep nilai hasil dilakukan dengan cara (1) menghitung BCWS, BCWP, dan ACWP dengan cara manual atau perhitungan biasa. (2) melakukan analisis perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek: SV, CV, SPI, dan CPI dengan cara

manual atau perhitungan biasa. (3) menghitung nilai EAC dan ETC dengan cara manual atau perhitungan biasa. (4) menghitung nilai maksimum minimum dari BCWS, BCWP, ACWP. Untuk mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari SV, CV, SPI, dan CPI, serta hasil ETC, ECD, dan EAD yang juga menghasilkan nilai Maksimum dan Minimum dengan menggunakan simulasi Monte Carlo pada *Crystal Ball software*. (5) analisis dan penarikan kesimpulan. Setelah didapat hasil perhitungan dari metode konsep nilai hasil dan metode Monte Carlo kemudian dibandingkan dan didapat kesimpulan.

Rumus konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) adalah [16] :

$$\text{Nilai Hasil} = (\% \text{ penyelesaian}) \times (\text{anggaran})$$

Rumus Varians Biaya (CV) dan Varians Jadwal (SV) adalah [16]:

$$CV = BCWP - ACWP \quad (1)$$

$$SV = BCWP - BCWS \quad (2)$$

Angka negatif varians biaya terpadu (CV) menunjukkan bahwa biaya lebih tinggi dari anggaran, cost overrun. Angka nol menunjukkan pekerjaan terlaksana sesuai biaya. Sementara angka positif berarti pekerjaan terlaksana dengan biaya kurang dari anggaran yang disebut cost underrun. Demikian juga varians jadwal, angka negatif berarti terlambat, angka nol berarti tepat sesuai jadwal rencana dan angka positif berarti lebih cepat dari rencana. Indeks produktivitas atau indeks kinerja untuk mengetahui efisiensi penggunaan sumber daya. Rumus indeks kinerja biaya (CPI) dan indeks kinerja jadwal (SPI) adalah sebagai berikut [16]:

$$CPI = BCWP/ACWP \quad (3)$$

$$SPI = BCWP/BCWS \quad (4)$$

Indeks kinerja biaya kurang dari satu berarti pengeluaran lebih besar dari anggaran. Indeks kinerja jadwal kurang dari satu berarti waktu pelaksanaan lebih lama dari jadwal rencana. Bila anggaran dan jadwal telah dibuat secara realistis berarti ada sesuatu yang tidak benar dalam pelaksanaan pekerjaan. Bila indeks kinerja biaya lebih dari satu maka arti pengeluaran lebih kecil dari anggaran sedangkan indeks kinerja jadwal lebih dari satu artinya jadwal lebih cepat dari rencana. Makin besar perbedaannya dari angka satu maka makin besar penyimpangannya dari perencanaan atau anggaran.

Berdasarkan hasil analisis indikator-indikator yang diperoleh pada saat pelaporan, yaitu BCWP, ACWP, dan BCWS, akan diperoleh proyeksi mengenai akhir proyek atas dasar angka yang didapat pada saat

pelaporan. Dalam membuat proyeksi digunakan rumus-rumus sebagai berikut [16]:

Anggaran proyek keseluruhan = Ang

Anggaran untuk pekerjaan tersisa = Ang – BCWP

Indeks kinerja biaya (CPI) = BCWP/ACWP

Perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa (ETC) adalah sama besar dengan anggaran pekerjaan tersisa, atau [16]:

$ETC = (Ang - BCWP)$

Perkiraan total biaya proyek (EAC) adalah sama dengan jumlah pengeluaran sampai pada saat pelaporan ditambah perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa atau [16]:

$EAC = ACWP + ETC$

Perkiraan waktu penyelesaian proyek (ECD) adalah sama dengan total yang yang diperlukan untuk pekerjaan tersisa [2].

Simulasi Monte Carlo didefinisikan sebagai semua teknik sampling statistik 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 [13].

Crystal Ball adalah sebuah perangkat lunak dalam Microsoft Excel yang menyediakan fasilitas-fasilitas untuk bisa mengaplikasikan Simulasi Monte Carlo dan analisis rangkaian waktu, peramalan, optimasi dan analisis pilihan nyata [13].

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai kumulatif konsep nilai hasil berdasarkan waktu (*Time-Based*) dari BCWS, BCWP, dan ACWP dapat dilihat pada Tabel 1.

Minggu Ke-	Bobot BCWS	Bobot BCWP	Bobot ACWP
1	0,063%	0,095%	0,0928%
2	0,127%	0,127%	0,124%
3	0,189%	0,222%	0,216%
4	0,253%	0,254%	0,247%
5	0,316%	0,349%	0,340%
6	0,348%	0,381%	0,370%
7	0,380%	0,381%	0,370%
8	0,443%	0,445%	0,432%

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i1.151>

Minggu Ke-	Bobot BCWS	Bobot BCWP	Bobot ACWP
9	0,507%	0,445%	0,432%
10	0,636%	0,445%	0,432%
11	1,244%	0,629%	0,680%
12	1,920%	1,276%	1,509%
13	4,431%	1,975%	2,403%
14	7,050%	3,232%	3,907%
15	10,205%	4,327%	5,251%
16	15,521%	7,793%	9,178%
17	20,424%	12,604%	15,116%
18	25,378%	12,964%	15,606%
19	31,053%	14,192%	17,010%
20	37,908%	16,143%	19,322%

Dari Tabel 1, maka dapat diperoleh nilai varian dan indeks kinerja (SV, CV, CPI, SPI) yang dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 itu juga dapat dianalisis kondisi pekerjaan berdasarkan jadwal dan biaya. Selanjutnya menghitung nilai EAC, ECD, dan ETC.

Tabel 2 Nilai BCWS, BCWP, dan ACWP

Minggu ke-	SV	CV	SPI	CPI
1	0,032%	0,003%	1,504297994	1,028328647
2	0,000%	0,004%	1,00286533	1,028328647
3	0,032%	0,006%	1,170825336	1,028328647
4	0,001%	0,007%	1,002875629	1,028328647
5	0,033%	0,010%	1,103448276	1,028328647
6	0,033%	0,010%	1,094280491	1,028328647
7	0,001%	0,010%	1,002632209	1,028328647
8	0,001%	0,012%	1,002665573	1,028328647
9	-0,062%	0,012%	0,877130045	1,028328647
10	-0,191%	0,012%	0,699142157	1,028328647
11	-0,614%	-0,051%	0,505897139	0,924848991
12	-0,644%	-0,233%	0,664773436	0,845893998
13	-2,457%	-0,428%	0,445610532	0,821813783
14	-3,819%	-0,675%	0,458392296	0,827187077
15	-5,878%	-0,924%	0,424025188	0,824041571
16	-7,728%	-1,386%	0,502076785	0,849025854
17	-7,820%	-2,513%	0,617100828	0,833760983
18	-12,414%	-2,643%	0,510822894	0,830673503
19	-16,861%	-2,818%	0,457012225	0,834329765
20	-21,765%	-3,178%	0,425857328	0,835507132

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan Monte Carlo adalah hasil dari perhitungan dari BCWP, BCWS, dan ACWP. Sehingga dalam perhitungan nantinya akan didapatkan nilai maksimum dan minimum dari nilai-nilai tersebut.

Pada Microsoft Excel setelah memasukkan data BCWS, membangkitkan angka random sebanyak

jumlah iterasi [=RANDBEETWEEN(BCWSMIN, BCWSmaks)].

Selanjutnya analisis data dengan metode Monte Carlo yang dibantu dengan menggunakan *software Crystal Ball*. Langkah-langkah yang dilakukan dengan memasukan data BCWS, memilih asumsi untuk setiap nilai BCWS tiap minggu dengan memilih *Define Assumption* pada *toolbar* kemudian pilih *Uniform Distribution*, setelah itu memasukan nilai BCWS pada Gambar *Uniform Distribution*, kemudian memasukan jumlah iterasi pada kotak *trial* yang terdapat pada *toolbar*, kemudian pilih *icon start* pada *toolbar* untuk memulai simulasi.

Sehingga didapatkan nilai maksimum dan minimum dari nilai yang dicari.

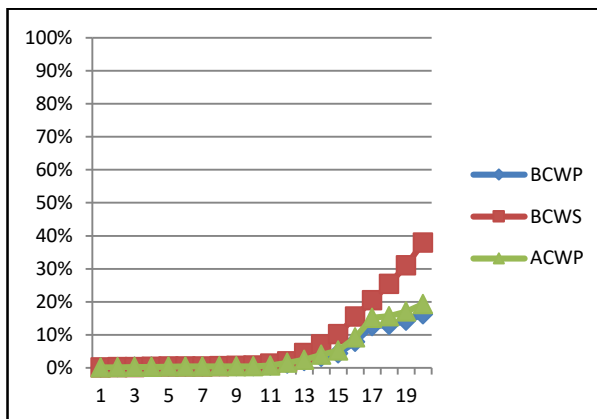
Dengan selisih yang kecil antara hasil perhitungan Microsoft Excel dengan *software Crystal Ball* maka hasil perhitungan dari *software Crystal Ball* dapat digunakan.

Dengan pengulangan langkah perhitungan metode Monte Carlo dengan *software Crystal Ball*, sehingga didapatkan hasil nilai BCWS, BCWP, ACWP minimum, maksimum. Kemudian nilai BCWS minimum, maksimum tersebut masing masing dibandingkan dengan nilai BCWP.

Dari hasil nilai BCWP terhadap nilai BCWS minimum, maksimum didapatkan hasil CV (*Cost Varian*) minimum, maksimum dengan cara yang hampir sama dengan perhitungan sebelumnya dan nilai-nilai CV tersebut dianalisis berdasarkan biaya dan jadwal. Selanjutnya dilakukan analisis varian dan indeks kinerja.

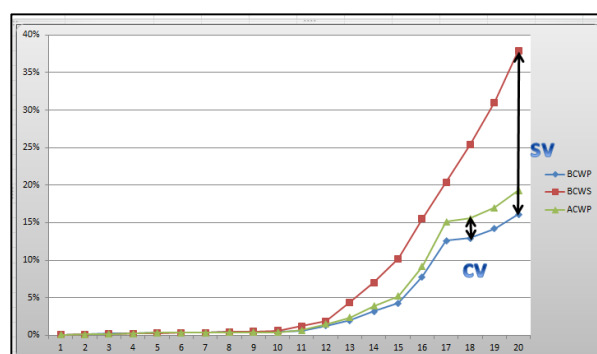
Hasil dari semua perhitungan dapat dilihat pada gambar 1,2 dengan hasil analisis sebagai berikut:

1. Dari grafik hubungan BCWS, BCWP, dan ACWP dapat dilihat pada Gambar 1. kurva BCWP di minggu ke-20 terletak dibawah kurva BCWS. Ini berarti pekerjaan yang dilaksanakan lebih lambat dari jadwal yang telah direncanakan. Sedangkan untuk kurva ACWP juga berada di atas kurva BCWP, yang menggambarkan bahwa biaya yang dikeluarkan lebih banyak dari biaya dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dilaksanakan.



Gambar 1 Grafik Nilai BCWS,BCWP, dan ACWP

2. Pada akhir minggu ke-20 ini presentase pekerjaan mencapai 17,76% padahal direncanakan mencapai 41,72%. Dengan anggaran rencana sebesar 37,908% dari presentase tersebut di dapat nilai BCWP sebesar 16,143%, dengan anggaran yang dikeluarkan sebesar 19,322%. Nilai ACWP yang lebih besar nilainya dibandingkan dengan BCWP disebabkan karena biaya aktual proyek yang lebih besar dari perencanaan yang dilakukan yang mengakibatkan dana membengkak dari perencanaan. Ketiga indikator kinerja yang diperoleh didapatkan nilai SV sebesar -21,76%, nilai negatif menunjukkan waktu pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan dari jadwal perencanaan. Sedangkan nilai CV sebesar -3,178% nilai positif menunjukkan biaya lebih banyak untuk pekerjaan yang sudah terlaksana pada minggu tersebut.
3. Nilai SV dan CV yang dapat dilihat pada gambar 2. ini menunjukkan bahwa kondisi proyek sampai minggu ke-20 mengalami keterlambatan dari jadwal yang direncanakan dan mengalami pemborosan biaya dari yang dianggarkan. Untuk nilai SPI sampai minggu ke-20 adalah 0,425857328 angka ini menunjukkan kinerja proyek mengalami keterlambatan dari jadwal. Sedangkan nilai CPI adalah 0,835507132 yang menunjukkan pengeluaran biaya lebih banyak dari anggaran untuk pekerjaan yang telah dilaksanakan.



Gambar 2 Grafik nilai SV dan CV

4. Pada nilai variansi jadwal (SV) hampir sama adalah:

dengan indeks kinerja awal (SPI). Perbedaan antara keduanya adalah penggambaran keterlambatan atau percepatan dinyatakan dengan biaya, sedangkan SPI penggambaran dinyatakan dalam nilai indeks. Dari peninjauan sampai pada minggu ke-20, besar nilai SV adalah -21,76%, bernilai minus menggambarkan besarnya keterlambatan proyek yang dinyatakan dalam biaya yang menyebabkan anggaran untuk biaya tersisa (ETC) adalah sebesar Rp14.436.083.641 dan perkiraan biaya total proyek (EAC) Rp17.762.367.432 serta perkiraan waktu penyelesaian proyek (ECD) bertambah menjadi 387 hari. Pada nilai variansi jadwal (CV) hampir sama dengan indeks kinerja biaya (CPI). Perbedaan antara keduanya adalah penggambaran lebih besar atau lebih kecil biaya aktual untuk pekerjaan yang sudah terselesaikan. Untuk CV penggambaran anggaran lebih besar atau lebih kecilnya dinyatakan dalam biaya sedangkan CPI penggambaran anggaran lebih besar atau kecilnya anggaran ditunjukkan dengan nilai indeks. Dari peninjauan sampai minggu terakhir pelaporan, di minggu ke-20 nilai CV adalah sebesar -3,178% yang berarti terjadi pemborosan atau kontraktor mengalami kerugian dari pekerjaan yang telah terlaksana.

5. Perkiraan biaya total proyek mengalami kenaikan dari biaya yang dianggarkan yaitu dari Rp. 17.215.217.470 menjadi Rp17.762.367.432. dan untuk waktu penyelesaian proyek mengalami keterlambatan dengan perencanaan awal adalah proyek dapat diselesaikan dalam waktu 35 minggu menjadi 55 minggu.
6. Dari perhitungan berdasarkan analisis monte carlo dapat disimpulkan bahwa perhitungan konsep nilai hasil yang dicari menghasilkan analisis maksimum dan minimum untuk nilai ETC dan EAC. Dengan nilai ETC minimum adalah Rp14.713.997.024 dan ETC Maksimum adalah sebesar Rp. 14.158.170.258. Disini dapat dilihat bahwa pada nilai ETC minimum cenderung lebih banyak daripada nilai ETC Maksimum dikarenakan perhitungan untuk setiap bobot pekerjaan baik BCWP, BCWS, dan ACWP dalam keadaan minimum yang menyebabkan biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut lebih murah dari biaya normal sehingga nilai ETC atau perkiraan biaya untuk pekerjaan tersisa lebih banyak dibandingkan dengan ETC Maksimum. Dan untuk EAC juga demikian. Pada periode peninjauan proyek mengalami keterlambatan. Dengan nilai ECD dari perhitungan maksimum dan minimum sama yaitu 386 hari.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa perhitungan yang telah dilakukan, maka hal-hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini

DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i1.151>

Pada akhir peninjauan pada minggu ke-20, kinerja jadwal proyek (SPI) sebesar 0,425857328 lebih kecil dari 1, menunjukkan bahwa proyek mengalami keterlambatan sebesar 23,96% dari rencana awal proyek 41,72% dengan realisasi pekerjaan 17,76%. Sedangkan dari kinerja biaya, nilai CPI adalah 0,8355071317 lebih kecil dari 1 yang berarti terjadi pemborosan atau biaya aktual yang lebih besar dari pekerjaan yang sudah terlaksana.

Dari perhitungan simulasi metode monte carlo menghasilkan nilai maksimum dan minimum dari semua parameter dalam Konsep Nilai Hasil, dan mendapatkan hasil analisis probabilitas dari nilai BCWS, maksimum, minimum. Yaitu nilai Probabilitas Bcws adalah 13,97%, Bcws Min sebesar 10,1851%, dan Bcws Max sebesar 17,7667% pada akhir periode peninjauan.

Berdasarkan pelaporan pada minggu terakhir nilai CV pada akhir peninjauan adalah -3,178% dimana terjadi biaya aktual yang lebih banyak atau kontraktor mengalami keuntungan selama pelaporan proyek berlangsung.

Daftar Rujukan

- [1] A. & P. A. I. Firda, "Analisa perbandingan biaya dan waktu antara bekisting konvensional dan bekisting sistem LICO pada pembangunan venue dayung JSC," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 7, no. 2, 2019.
- [2] A. Husen, *Manajemen Proyek*, Yogyakarta: Andi, 2009.
- [3] P. S. & M. B. Nugroho, "Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Di Yogyakarta," *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, vol. 10, 2016.
- [4] D. & W. W. R. Dimas PB, "Perencanaan Teknis Dan Kajian Sistem Pengendalian Proyek Dengan Metode Earned Value Pada Bendung Susukan Kabupaten Magelang," Doctoral dissertation, Department of Civil Engineering, 2010.
- [5] R. E. U. S. & H. M. H. Gumelar, "Analisis Metode Montecarlo Pada Konsep Nilai Hasil Untuk Monitoring Proyek," Doctoral dissertation, Brawijaya University, Malang, 2015.
- [6] I. & I. M. Meliasari, "Earned Value Analysis terhadap biaya dan waktu pada proyek konstruksi," *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 2, no. 2, 2011.
- [7] F. S. Nasution, "Penerapan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value Concept) Dalam Pengendalian Proyek (Studi Kasus: Proyek Pembangunan dan Pengandaan Utilitas Gedung

- Jasindo)," *Jurnal Teknik Sipil USU*, vol. 6, no. 01, 2017.
- [8] F. A. Pahlawan, "Analisa Konsep Nilai Hasil (Earned Value Analysis) Terhadap Waktu dan Biaya Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung," Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember., Jember, 2015.
- [9] A. Risky, "Pengendalian Progres Waktu dan Biaya dengan Metode Earned Value pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Riset," *Jurnal Ilmiah, ITS*, pp. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-27684-3108100521-Paper.pdf>, 2012.
- [10] D. Sesunan, "Penerapan Biaya Dan Waktu Dengan Konsep Nilai Hasil (Earned Value) Pada Proyek Jalan Terbanggi Besar-Bujung Tenuk Kabupaten Tulang Bawang," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, 2015.
- [11] B. W. W. R. D. A. M. & P. N. Soemardi, "Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi," Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2006.
- [12] W. & S. D. Hartono, "EARNED VALUE METHOD UNTUK PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Balaikota Surakarta)," *GEMA TEKNIK Majalah Ilmiah Teknik*, vol. 10, no. 1, p. 122, 2009.
- [13] A. Fadjar, "Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek," *SMARTek*, vol. 6, no. 4, 2008.
- [14] A. U. R. & F. M. Maddeppungeng, "Penerapan Metode Simulasi Monte Carlo Terhadap Risiko Finansial Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Apartemen X di Cipulir)," *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [15] M. B. N. K. P. & H. M. H. Rahmadhani, "Penerapan Metode Monte Carlo Pada Penjadwalan Proyek Gedung Autis Center Kota Blitar Tahun 2013," Doctoral dissertation, Brawijaya University, Malang, 2012.
- [16] I. Soeharto, *Manajemen Proyek*, Jakarta: Erlangga, 1998.