



Contents lists available at [JESA](https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index)

Journal of Engineering and Science Application

journal homepage:
<https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index>



Analisis Earned Value Terhadap Biaya dan Waktu Pada Proyek Pembangunan Nusantara Internasional Convention dan Exhibition

Bagus Bimoseno^a, Reynold Andika Pratama^b

Universitas Dian Nusantara, Jl. Tj. Duren Bar. 2 No.1, RT.1/RW.5, Tj. Duren Utara, Kec. Grogol petamburan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11470

Article Info

Keywords:

Critical Path Method, Earned Value Management, pengendalian proyek, kinerja waktu, kinerja biaya.

ABSTRAK

Proyek konstruksi dengan tingkat kompleksitas tinggi membutuhkan sistem pengendalian yang efektif untuk memastikan pencapaian sasaran waktu dan biaya sesuai dengan rencana pelaksanaan. Ketidaksesuaian antara progres aktual dengan rencana dapat menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek serta peningkatan biaya pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian yang mampu mengevaluasi kinerja proyek secara komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengendalian proyek pembangunan Gedung NICE di PIK 2 menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Earned Value Management* (EVM). Metode CPM digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang berada pada lintasan kritis, sedangkan metode EVM digunakan untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu melalui indikator *Cost Variance* (CV), *Cost Performance Index* (CPI), *Schedule Variance* (SV), dan *Schedule Performance Index* (SPI).

Hasil analisis CPM menunjukkan bahwa dari 84 aktivitas pekerjaan terdapat 14 aktivitas yang termasuk dalam lintasan kritis dan memerlukan pengendalian lebih intensif karena berpengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian proyek. Hasil evaluasi EVM menunjukkan bahwa kinerja biaya proyek berada dalam kondisi efisien, ditunjukkan dengan nilai *Cost Variance* (CV) positif dan *Cost Performance Index* (CPI) lebih besar dari satu selama periode pengamatan. Sementara itu, kinerja waktu mengalami fluktuasi dengan adanya keterlambatan sementara pada minggu ke-16 hingga minggu ke-25 yang ditunjukkan melalui nilai *Schedule Variance* (SV) negatif dan *Schedule Performance Index* (SPI) kurang dari satu. Berdasarkan hasil proyeksi EVM, proyek diperkirakan dapat diselesaikan dalam durasi 49,99 minggu dengan estimasi biaya sebesar Rp49.854.436.514,00. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi CPM dan EVM dapat digunakan sebagai metode pengendalian proyek untuk mengidentifikasi aktivitas kritis serta memantau kinerja waktu dan biaya secara terpadu

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Bagus Bimoseno
Fakultas Teknik dan Informatika
Universitas Dian Nusantara
Jln. Tanjung Duran Barat II No. 1, Grogol, Jakarta Barat. 11470
Email: 521221068@mahasiswa.undira.ac.id

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan ekonomi nasional telah mendorong peningkatan pembangunan infrastruktur di berbagai sektor, baik yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun pihak swasta. Perkembangan tersebut menyebabkan jumlah dan kompleksitas proyek konstruksi terus meningkat, ditandai dengan bertambahnya aktivitas pekerjaan, keterkaitan antarpekerjaan, serta kebutuhan koordinasi berbagai sumber daya proyek[1]. Kondisi tersebut menuntut pengelolaan proyek yang lebih efektif agar seluruh tahapan pelaksanaan dapat berjalan sesuai dengan sasaran biaya, waktu, mutu, dan keselamatan kerja. Dalam konteks pembangunan infrastruktur, manajemen proyek menjadi salah satu aspek yang berperan penting dalam mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya sehingga tujuan proyek dapat tercapai secara efektif dan efisien[2].

Manajemen proyek merupakan suatu proses yang meliputi kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian seluruh sumber daya proyek untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan[3]. Penerapan manajemen proyek bertujuan untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat diselesaikan sesuai jadwal, tetap berada dalam batas anggaran, serta memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan[4]. Salah satu fungsi utama dalam manajemen proyek adalah pengendalian proyek, yaitu proses pemantauan terhadap pelaksanaan pekerjaan guna memastikan bahwa realisasi proyek tetap sesuai dengan rencana. Melalui proses pengendalian yang efektif, penyimpangan terhadap biaya maupun waktu dapat diidentifikasi lebih awal sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan untuk meminimalkan dampaknya terhadap keberhasilan proyek[5].

Meskipun demikian, pengendalian biaya dan waktu pada proyek konstruksi masih menjadi tantangan karena tingginya kompleksitas pelaksanaan pekerjaan. Pendekatan pengendalian secara konvensional umumnya hanya membandingkan biaya aktual terhadap anggaran rencana atau membandingkan kemajuan pekerjaan terhadap jadwal yang telah ditetapkan secara terpisah[6]. Pendekatan tersebut belum mampu menggambarkan keterkaitan antara biaya yang telah dikeluarkan dengan capaian fisik pekerjaan sehingga kondisi kinerja proyek belum dapat dievaluasi secara menyeluruh. Akibatnya, potensi keterlambatan maupun pembengkakan biaya sering kali baru diketahui setelah penyimpangan terjadi dalam skala yang cukup besar[7].

Salah satu metode yang banyak diterapkan dalam pengendalian proyek adalah *Earned Value Management* (EVM). Menurut[8], EVM merupakan metode pengendalian yang mengintegrasikan aspek biaya, waktu, dan kemajuan fisik pekerjaan untuk mengevaluasi kinerja proyek secara terpadu[9]. Berbeda dengan metode konvensional, EVM mempertimbangkan nilai hasil (*earned value*) yang diperoleh berdasarkan capaian fisik pekerjaan sehingga mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi proyek. Selain digunakan untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu, metode ini juga dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan kebutuhan biaya serta waktu penyelesaian proyek berdasarkan kinerja yang telah dicapai (Soeharto, 1999; Sulaiman, 2021).

Selain evaluasi terhadap biaya dan waktu, pengendalian proyek juga memerlukan identifikasi aktivitas yang berpengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian proyek. Salah satu metode penjadwalan yang digunakan adalah *Critical Path Method* (CPM), yaitu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lintasan kritis dalam jaringan kerja proyek[10]. Aktivitas yang berada pada lintasan kritis tidak memiliki kelonggaran waktu (*float*), sehingga keterlambatan pada salah satu aktivitas tersebut akan berdampak langsung terhadap waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, identifikasi lintasan kritis melalui CPM dapat membantu pelaksana proyek dalam menentukan prioritas pengendalian dan mengoptimalkan alokasi sumber daya pada aktivitas yang paling menentukan terhadap penyelesaian proyek[11].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Earned Value Management* merupakan metode yang efektif dalam mengevaluasi kinerja proyek konstruksi. Kerzener [12] menunjukkan bahwa *Earned Value Analysis* mampu memperkirakan waktu penyelesaian proyek serta mendeteksi potensi keterlambatan berdasarkan perkembangan pekerjaan pada setiap periode pelaporan. Ervianto [13] membuktikan bahwa indikator *Cost Performance Index* (CPI), *Schedule Performance Index* (SPI), *Estimate at Completion* (EAC), dan *Estimate at Schedule* (EAS) dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu secara terpadu. Penelitian lain yang dilakukan oleh Putra Jaya [14] menunjukkan bahwa metode *Earned Value* mampu mengidentifikasi penyimpangan biaya dan waktu serta memberikan estimasi kondisi proyek hingga tahap penyelesaian.

Sementara itu, Morris P [15] menyimpulkan bahwa *Earned Value Analysis* efektif dalam memprediksi waktu penyelesaian proyek berdasarkan perkembangan pekerjaan pada setiap periode pelaporan.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah membuktikan efektivitas *Earned Value Management* dalam mengevaluasi kinerja proyek, sebagian besar penelitian masih berfokus pada analisis indikator *Earned Value* tanpa mengintegrasikannya dengan identifikasi aktivitas kritis menggunakan *Critical Path Method*. Selain itu, pembahasan mengenai estimasi keuntungan atau potensi kerugian proyek berdasarkan hasil evaluasi kinerja juga masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang mengombinasikan kedua metode tersebut agar evaluasi terhadap kinerja proyek dapat dilakukan secara lebih komprehensif, tidak hanya dari aspek biaya dan waktu, tetapi juga berdasarkan aktivitas yang menentukan durasi penyelesaian proyek.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menerapkan *Critical Path Method* (CPM) dan *Earned Value Management* (EVM) pada Proyek Pembangunan Nusantara International Convention and Exhibition. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi aktivitas yang berada pada lintasan kritis, mengevaluasi penyimpangan biaya dan waktu melalui indikator *Cost Variance* (CV) dan *Schedule Variance* (SV), menganalisis tingkat kinerja proyek menggunakan *Cost Performance Index* (CPI) dan *Schedule Performance Index* (SPI), mengestimasi biaya akhir proyek (*Estimate at Completion/EAC*) serta waktu penyelesaian proyek (*Estimate at Schedule/EAS*), dan menganalisis estimasi keuntungan maupun potensi kerugian proyek berdasarkan hasil evaluasi yang diperoleh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kinerja pelaksanaan proyek serta menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk mendukung keberhasilan pengelolaan proyek konstruksi

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus pada Proyek Pembangunan Nusantara International Convention and Exhibition. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data biaya, waktu, dan kemajuan pekerjaan sehingga diperoleh indikator kinerja proyek berdasarkan metode *Earned Value Management* (EVM). Selanjutnya, hasil perhitungan diinterpretasikan secara deskriptif untuk memberikan gambaran mengenai kondisi pelaksanaan proyek serta mengevaluasi kinerja biaya dan waktu berdasarkan data aktual.

2.2. Objek dan Data Penelitian

Objek penelitian adalah Proyek Pembangunan Nusantara International Convention and Exhibition yang berlokasi di Pantai Indah Kapuk (PIK 2), Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.

Tabel 1. Data Proyek

NO	URAIAN	KETERANGAN
1	Nama proyek	Nusantara Internasional Convention & Exhibition
2	Lokasi proyek	Pantai Indah kapuk (PIK 2), Jalan. Salemban, Kec. Kosambi, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.
3	Fungsi bangunan	Pameran
4	Luas Bangunan	50.059,07 m ²
5	Jumlah lantai	4 Lantai
7	Sistem kontrak	<i>Remeasurement Fixed Unit Rate</i>
8	Nilai proyek	Rp 58.000.000.000,-
10	Sumber dana	PT. Industri Pameran Nusantara
11	Masa kerja	388 hari kerja (01 Agustus 2024 – 31 Juli 2025)

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan serta wawancara dengan pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen proyek yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), Kurva S, jadwal pelaksanaan, laporan kemajuan pekerjaan mingguan, dan laporan biaya aktual. Seluruh data tersebut digunakan sebagai dasar dalam penerapan metode *Earned Value Management* untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu proyek

2.3. Metode Analisis Data

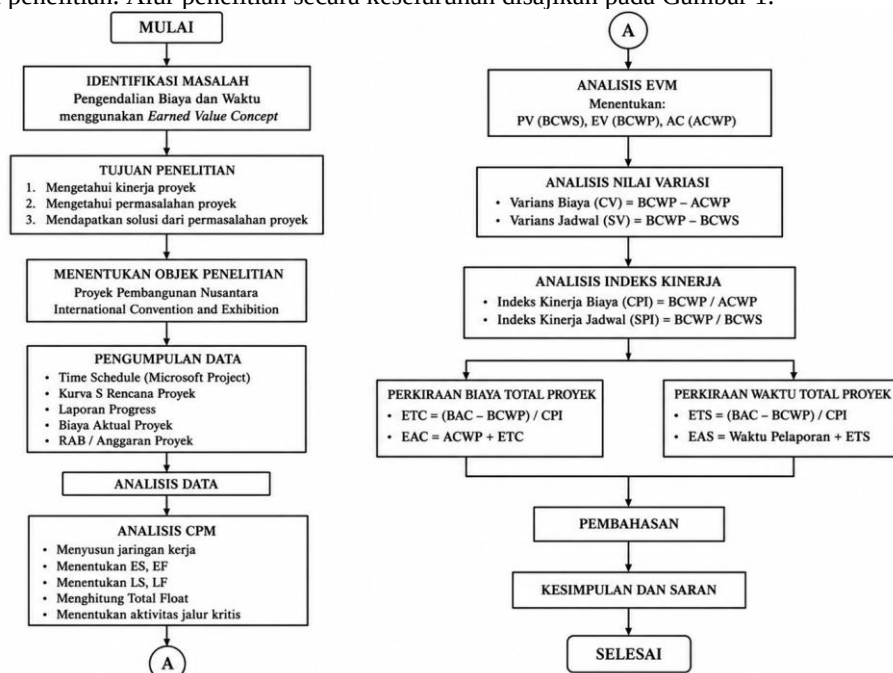
Analisis penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis. Tahap awal diawali dengan studi literatur untuk memperoleh dasar teoritis mengenai manajemen proyek, *Critical Path Method* (CPM), dan *Earned Value Management* (EVM), kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data

proyek yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), Kurva S, jadwal pelaksanaan, laporan kemajuan pekerjaan, dan biaya aktual.

Selanjutnya dilakukan analisis penjadwalan menggunakan *Critical Path Method* (CPM) untuk menyusun jaringan kerja dan mengidentifikasi aktivitas yang berada pada lintasan kritis (*critical path*). Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan aktivitas yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian proyek sehingga menjadi prioritas dalam pengendalian pelaksanaan.

Tahap berikutnya adalah analisis kinerja proyek menggunakan metode *Earned Value Management* (EVM). Analisis diawali dengan menentukan tiga indikator dasar, yaitu *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS), *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP), dan *Actual Cost of Work Performed* (ACWP). Ketiga indikator tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung *Cost Variance* (CV), *Schedule Variance* (SV), *Cost Performance Index* (CPI), *Schedule Performance Index* (SPI), *Estimate at Completion* (EAC), dan *Estimate at Schedule* (EAS).

Hasil perhitungan kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu proyek, mengidentifikasi penyimpangan terhadap rencana, memperkirakan kebutuhan biaya kerugian proyek. Seluruh hasil analisis selanjutnya diinterpretasikan sebagai dasar dalam penyusunan pembahasan dan penarikan kesimpulan penelitian. Alur penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1.



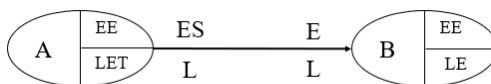
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan berdasarkan analisis data pelaksanaan Proyek Pembangunan Nusantara International Convention and Exhibition (NICE) menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Earned Value Management* (EVM). Analisis CPM dilakukan untuk mengidentifikasi lintasan kritis serta aktivitas-aktivitas yang secara langsung memengaruhi durasi penyelesaian proyek. Selanjutnya, metode EVM digunakan untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu proyek melalui parameter *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS), *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP), *Actual Cost of Work Performed* (ACWP), *Cost Variance* (CV), *Schedule Variance* (SV), *Cost Performance Index* (CPI), dan *Schedule Performance Index* (SPI). Selain itu, dilakukan estimasi biaya dan waktu penyelesaian proyek menggunakan indikator *Estimate at Completion* (EAC) dan *Estimate at Schedule* (EAS). Hasil analisis kemudian dibahas untuk menginterpretasikan kondisi kinerja proyek, mengidentifikasi penyimpangan yang terjadi, serta mengevaluasi prediksi penyelesaian proyek berdasarkan aspek biaya dan waktu.

3.1. Analisis Critical Path Method (CPM)

Pada penelitian ini, analisis penjadwalan dilakukan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) untuk menentukan aktivitas-aktivitas yang menjadi penentu durasi penyelesaian proyek. Lintasan yang memiliki akumulasi waktu pelaksanaan paling lama diidentifikasi sebagai lintasan kritis (*critical path*).



Gambar 2. Diagram AOA (Activity on Arrow)

Aktivitas yang berada pada lintasan tersebut tidak memiliki waktu kelonggaran (*total float* = 0), sehingga setiap keterlambatan yang terjadi akan berdampak langsung terhadap penyelesaian proyek sesuai jadwal yang telah direncanakan.

$$TF_{AB} = LET_B - EET_A - Durasi \quad (1)$$

$$= LF - EF = LS - ES$$

3.1.1. Perhitungan Maju

Perhitungan maju (*forward pass*) dilakukan untuk menentukan waktu mulai tercepat (*Earliest Start/ES*) dan waktu selesai tercepat (*Earliest Finish/EF*) dari setiap aktivitas dalam jaringan kerja [16]. Proses perhitungan ini menggunakan nilai terbesar dari waktu selesai aktivitas pendahulu sebagai acuan dalam menetapkan waktu pelaksanaan aktivitas berikutnya.

Tabel 2. Perhitungan Maju

Kegiatan		Kurun Waktu	Paling Awal	
Predecessor	Successor	Hari	Mulai (ES)	Selesai (EF)
0	3SS+7d,7SS+11d	21	0	21
2SS+7d	0	331	7	352
2SS+11d	8SS+2d	35	14	49
7SS+2d	9	35	16	51
8	10	35	51	86
9	11,44	35	86	121
10	12SS+2d	35	121	156
11SS+2d	13SS+1d	35	123	158
12SS+1d	14SS+3d	40	124	164
13SS+3d	15SS+4d	40	127	167
14SS+4d	16SS+2d	40	131	171
15SS+2d	21SS+7d,17SS+1d	40	133	173
16SS+1d	18SS+1d	40	134	174
17SS+1d	19SS+20d	40	135	175
18SS+20d	0	45	155	200
16SS+7d	22SS+2d	48	140	188
21SS+2d	23SS+3d	48	142	190
22SS+3d	24SS+2d	48	145	193
23SS+2d	25SS+1d	48	147	195
24SS+1d	26SS+1d	48	148	196
25SS+1d	27SS+20d,29SS+2d	48	149	197
26SS+20d	0	48	169	217
26SS+2d	30SS+2d,36SS	24	151	175
29SS+2d	31SS+2d	24	153	177
30SS+2d	32SS+2d	24	155	179
31SS+2d	33SS+1d	24	157	181
32SS+1d	34SS+1d	24	158	182
33SS+1d	0	24	159	183
29SS	37SS+2d,66SS+4d	35	151	186
36SS+2d	38SS+1d	35	153	188
37SS+1d	39SS+2d	35	154	189
38SS+2d	40SS+1d	35	156	191
39SS+1d	41SS+1d	35	157	192
40SS+1d	0	35	158	193
10	45SS+2d	35	121	156
44SS+2d	46	35	123	158
45	47	35	158	193
46	48SS	35	193	228
47SS	49SS+2d	35	193	228

Kegiatan		Kurun Waktu	Paling Awal	
Predecessor	Successor		Mulai (ES)	Selesai (EF)
48SS+2d	50SS+1d	35	195	230
49SS+1d	51SS+3d,83SS+1d	40	196	250
50SS+3d	52SS+4d	40	199	253
51SS+4d	53SS+2d	40	203	257
52SS+2d	54SS+1d	40	205	259
53SS+1d	55SS+1d	40	206	260
54SS+1d	56SS+20d,58SS+7d	40	207	261
55SS+20d	0	45	227	286
55SS+7d	59SS+2d	40	214	268
58SS+2d	60SS+1d	40	216	270
59SS+1d	61SS+2d	40	217	271
60SS+2d	62SS+1d	40	219	273
61SS+1d	63SS+1d	48	220	282
62SS+1d	64SS+20d	40	221	275
63SS+20d	0	45	255	300
36SS+4d	67SS+1d,70SS	35	155	190
66SS+1d	68SS+1d	35	156	191
67SS+1d	94FS+5d	35	157	192
66SS	71SS+21d,72SS+5d	30	155	185
70SS+21d	76SS+7d	25	176	201
70SS+5d	73FS+1d	45	160	205
72FS+1d	0	40	206	260
71SS+7d	77SS+14d	105	183	302
76SS+14d	78SS+26d	105	197	316
77SS+26d	79SS+15d	105	223	342
78SS+15d	80SS+15d,90SS-5d	105	252	357
79SS+15d	82SS	110	267	377
80SS	86SF-4d,88FS+1d	235	267	357
50SS+1d	84FF+18d	60	197	446
83FF+18d	85SS+6d	65	404	464
84SS+6d	0	60	410	475
82SF-4d	87SS	60	189	264
86SS	0	30	189	263
82FS+1d	0	105	358	388
79SS-5d	91SS,92SS+15d	105	233	352
90SS	0	105	233	352
90SS+15d	0	148	262	367
68FS+5d	95SS	148	197	359
94SS	96FF	225	197	359
95FF	97FF	30	120	359
96FF	98FF	30	329	359
97FF	100	90	329	359
98	101	30	359	389
100	0	30	389	419
0	0	30	351	352

Hasil perhitungan maju (forward pass) pada analisis jaringan kerja menggunakan metode Critical Path Method (CPM), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.6, menunjukkan bahwa penyelesaian keseluruhan rangkaian pekerjaan proyek membutuhkan waktu selama 352 hari. Nilai durasi tersebut diperoleh berdasarkan hubungan ketergantungan antaraktivitas mulai dari pekerjaan awal hingga aktivitas akhir proyek

3.1.2. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur (*backward pass*) dilakukan untuk menentukan waktu mulai paling lambat (*Latest Start/LS*) dan waktu selesai paling lambat (*Latest Finish/LF*) dari setiap aktivitas dalam jaringan kerja[17].

Proses perhitungan ini menggunakan nilai minimum dari waktu mulai aktivitas penerus sebagai acuan dalam menentukan batas waktu pelaksanaan aktivitas sebelumnya.

Tabel 3. Perhitungan Mundur

Kegiatan		Kurun Waktu	Paling Awal		Paling Akhir	
Predecessor	Successor	Hari	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
0	3SS+7d,7SS+11d	21	0	21	3	23
2SS+7d	0	331	7	352	130	474
2SS+11d	8SS+2d	35	14	49	14	48
7SS+2d	9	35	16	51	16	50
8	10	35	51	86	51	85
9	11,44	35	86	121	86	120
10	12SS+2d	35	121	156	177	211
11SS+2d	13SS+1d	35	123	158	179	213
12SS+1d	14SS+3d	40	124	164	180	219
13SS+3d	15SS+4d	40	127	167	183	222
14SS+4d	16SS+2d	40	131	171	187	226
15SS+2d	21SS+7d,17SS+1d	40	133	173	189	228
16SS+1d	18SS+1d	40	134	174	409	448
17SS+1d	19SS+20d	40	135	175	410	449
18SS+20d	0	45	155	200	430	474
16SS+7d	22SS+2d	48	140	188	196	257
21SS+2d	23SS+3d	48	142	190	198	259
22SS+3d	24SS+2d	48	145	193	201	262
23SS+2d	25SS+1d	48	147	195	203	264
24SS+1d	26SS+1d	48	148	196	204	265
25SS+1d	27SS+20d,29SS+2d	48	149	197	205	266
26SS+20d	0	48	169	217	427	474
26SS+2d	30SS+2d,36SS	24	151	175	207	230
29SS+2d	31SS+2d	24	153	177	445	468
30SS+2d	32SS+2d	24	155	179	447	470
31SS+2d	33SS+1d	24	157	181	449	472
32SS+1d	34SS+1d	24	158	182	450	473
33SS+1d	0	24	159	183	451	474
29SS	37SS+2d,66SS+4d	35	151	186	207	255
36SS+2d	38SS+1d	35	153	188	435	469
37SS+1d	39SS+2d	35	154	189	436	470
38SS+2d	40SS+1d	35	156	191	438	472
39SS+1d	41SS+1d	35	157	192	439	473
40SS+1d	0	35	158	193	440	474
10	45SS+2d	35	121	156	121	155
44SS+2d	46	35	123	158	123	157
45	47	35	158	193	158	192
46	48SS	35	193	228	193	227
47SS	49SS+2d	35	193	228	193	227
48SS+2d	50SS+1d	35	195	230	195	229
49SS+1d	51SS+3d,83SS+1d	40	196	250	196	249
50SS+3d	52SS+4d	40	199	253	388	427
51SS+4d	53SS+2d	40	203	257	392	431
52SS+2d	54SS+1d	40	205	259	394	433
53SS+1d	55SS+1d	40	206	260	395	434

Kegiatan		Kurun Waktu	Paling Awal		Paling Akhir	
Predecessor	Successor	Hari	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
54SS+1d	56SS+20d,58SS+7d	40	207	261	396	435
55SS+20d	0	45	227	286	430	474
55SS+7d	59SS+2d	40	214	268	403	442
58SS+2d	60SS+1d	40	216	270	405	444
59SS+1d	61SS+2d	40	217	271	406	445
60SS+2d	62SS+1d	40	219	273	408	447
61SS+1d	63SS+1d	48	220	282	409	456
62SS+1d	64SS+20d	40	221	275	410	449
63SS+20d	0	45	255	300	430	474
36SS+4d	67SS+1d,70SS	35	155	190	211	259
66SS+1d	68SS+1d	35	156	191	212	260
67SS+1d	94FS+5d	35	157	192	213	261
66SS	71SS+21d,72SS+5d	30	155	185	256	285
70SS+21d	76SS+7d	25	176	201	277	301
70SS+5d	73FS+1d	45	160	205	389	433
72FS+1d	0	40	206	260	435	474
71SS+7d	77SS+14d	105	183	302	284	388
76SS+14d	78SS+26d	105	197	316	298	402
77SS+26d	79SS+15d	105	223	342	324	428
78SS+15d	80SS+15d,90SS-5d	105	252	357	339	443
79SS+15d	82SS	110	267	377	354	463
80SS	86SF-4d,88FS+1d	235	267	357	354	443
50SS+1d	84FF+18d	60	197	446	197	445
83FF+18d	85SS+6d	65	404	464	404	463
84SS+6d	0	60	410	475	410	474
82SF-4d	87SS	60	189	264	415	474
86SS	0	30	189	263	415	474
82FS+1d	0	105	358	388	445	474
79SS-5d	91SS,92SS+15d	105	233	352	355	459
90SS	0	105	233	352	370	474
90SS+15d	0	148	262	367	370	474
68FS+5d	95SS	148	197	359	267	414
94SS	96FF	225	197	359	267	414
95FF	97FF	30	120	359	176	414
96FF	98FF	30	329	359	385	414
97FF	100	90	329	359	385	414
98	101	30	359	389	415	444
100	0	30	389	419	445	474
0	0	30	351	352	474	474

Berdasarkan hasil perhitungan mundur (*backward pass*) pada metode CPM yang disajikan pada Tabel 3, diperoleh nilai *float* untuk setiap aktivitas dalam proyek. Nilai *float* menunjukkan besarnya kelonggaran waktu yang dimiliki suatu aktivitas tanpa memengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Kelonggaran tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam mengoptimalkan penjadwalan pekerjaan serta meningkatkan efisiensi alokasi sumber daya selama pelaksanaan proyek.

3.1.3. Total Float dan Jalur Kritis

Pada dibawah ini ditampilkan nilai *float* untuk setiap aktivitas beserta hubungannya dengan jalur kritis pada proyek pembangunan NICE di PIK 2. Sebagai ilustrasi, berikut disajikan contoh perhitungan *Total Float* pada salah satu aktivitas proyek.

Tabel 4. Jalur Kritis Aktivitas

Kegiatan		Total Float	Keterangan
Predecessor	Successor		
0	3SS+7d,7SS+11d	3	Jalur Tidak Kritis
2SS+7d	0	123	Jalur Tidak Kritis
2SS+11d	8SS+2d	0	Jalur Kritis
7SS+2d	9	0	Jalur Kritis
8	10	0	Jalur Kritis
9	11,44	0	Jalur Kritis
10	12SS+2d	56	Jalur Tidak Kritis
11SS+2d	13SS+1d	56	Jalur Tidak Kritis
12SS+1d	14SS+3d	56	Jalur Tidak Kritis
13SS+3d	15SS+4d	56	Jalur Tidak Kritis
14SS+4d	16SS+2d	56	Jalur Tidak Kritis
15SS+2d	21SS+7d,17SS+1d	56	Jalur Tidak Kritis
16SS+1d	18SS+1d	275	Jalur Tidak Kritis
17SS+1d	19SS+20d	275	Jalur Tidak Kritis
18SS+20d	0	275	Jalur Tidak Kritis
16SS+7d	22SS+2d	56	Jalur Tidak Kritis
21SS+2d	23SS+3d	56	Jalur Tidak Kritis
22SS+3d	24SS+2d	56	Jalur Tidak Kritis
23SS+2d	25SS+1d	56	Jalur Tidak Kritis
24SS+1d	26SS+1d	56	Jalur Tidak Kritis
25SS+1d	27SS+20d,29SS+2d	56	Jalur Tidak Kritis
26SS+20d	0	258	Jalur Tidak Kritis
26SS+2d	30SS+2d,36SS	56	Jalur Tidak Kritis
29SS+2d	31SS+2d	292	Jalur Tidak Kritis
30SS+2d	32SS+2d	292	Jalur Tidak Kritis
31SS+2d	33SS+1d	292	Jalur Tidak Kritis
32SS+1d	34SS+1d	292	Jalur Tidak Kritis
33SS+1d	0	292	Jalur Tidak Kritis
29SS	37SS+2d,66SS+4d	56	Jalur Tidak Kritis
36SS+2d	38SS+1d	282	Jalur Tidak Kritis
37SS+1d	39SS+2d	282	Jalur Tidak Kritis
38SS+2d	40SS+1d	282	Jalur Tidak Kritis
39SS+1d	41SS+1d	282	Jalur Tidak Kritis
40SS+1d	0	282	Jalur Tidak Kritis
10	45SS+2d	0	Jalur Kritis
44SS+2d	46	0	Jalur Kritis
45	47	0	Jalur Kritis
46	48SS	0	Jalur Kritis
47SS	49SS+2d	0	Jalur Kritis
48SS+2d	50SS+1d	0	Jalur Kritis
49SS+1d	51SS+3d,83SS+1d	0	Jalur Kritis
50SS+3d	52SS+4d	189	Jalur Tidak Kritis
51SS+4d	53SS+2d	189	Jalur Tidak Kritis
52SS+2d	54SS+1d	189	Jalur Tidak Kritis
53SS+1d	55SS+1d	189	Jalur Tidak Kritis
54SS+1d	56SS+20d,58SS+7d	189	Jalur Tidak Kritis
55SS+20d	0	203	Jalur Tidak Kritis
55SS+7d	59SS+2d	189	Jalur Tidak Kritis
58SS+2d	60SS+1d	189	Jalur Tidak Kritis
59SS+1d	61SS+2d	189	Jalur Tidak Kritis
60SS+2d	62SS+1d	189	Jalur Tidak Kritis
61SS+1d	63SS+1d	189	Jalur Tidak Kritis
62SS+1d	64SS+20d	189	Jalur Tidak Kritis
63SS+20d	0	175	Jalur Tidak Kritis

Kegiatan		Total Float	Keterangan
Predecessor	Successor		
36SS+4d	67SS+1d,70SS	56	Jalur Tidak Kritis
66SS+1d	68SS+1d	56	Jalur Tidak Kritis
67SS+1d	94FS+5d	56	Jalur Tidak Kritis
66SS	71SS+21d,72SS+5d	101	Jalur Tidak Kritis
70SS+21d	76SS+7d	101	Jalur Tidak Kritis
70SS+5d	73FS+1d	229	Jalur Tidak Kritis
72FS+1d	0	229	Jalur Tidak Kritis
71SS+7d	77SS+14d	101	Jalur Tidak Kritis
76SS+14d	78SS+26d	101	Jalur Tidak Kritis
77SS+26d	79SS+15d	101	Jalur Tidak Kritis
78SS+15d	80SS+15d,90SS-5d	87	Jalur Tidak Kritis
79SS+15d	82SS	87	Jalur Tidak Kritis
80SS	86SF-4d,88FS+1d	87	Jalur Tidak Kritis
50SS+1d	84FF+18d	0	Jalur Kritis
83FF+18d	85SS+6d	0	Jalur Kritis
84SS+6d	0	0	Jalur Kritis
82SF-4d	87SS	226	Jalur Tidak Kritis
86SS	0	226	Jalur Tidak Kritis
82FS+1d	0	87	Jalur Tidak Kritis
79SS-5d	91SS,92SS+15d	122	Jalur Tidak Kritis
90SS	0	137	Jalur Tidak Kritis
90SS+15d	0	108	Jalur Tidak Kritis
68FS+5d	95SS	70	Jalur Tidak Kritis
94SS	96FF	70	Jalur Tidak Kritis
95FF	97FF	56	Jalur Tidak Kritis
96FF	98FF	56	Jalur Tidak Kritis
97FF	100	56	Jalur Tidak Kritis
98	101	56	Jalur Tidak Kritis
100	0	56	Jalur Tidak Kritis
0	0	123	Jalur Tidak Kritis

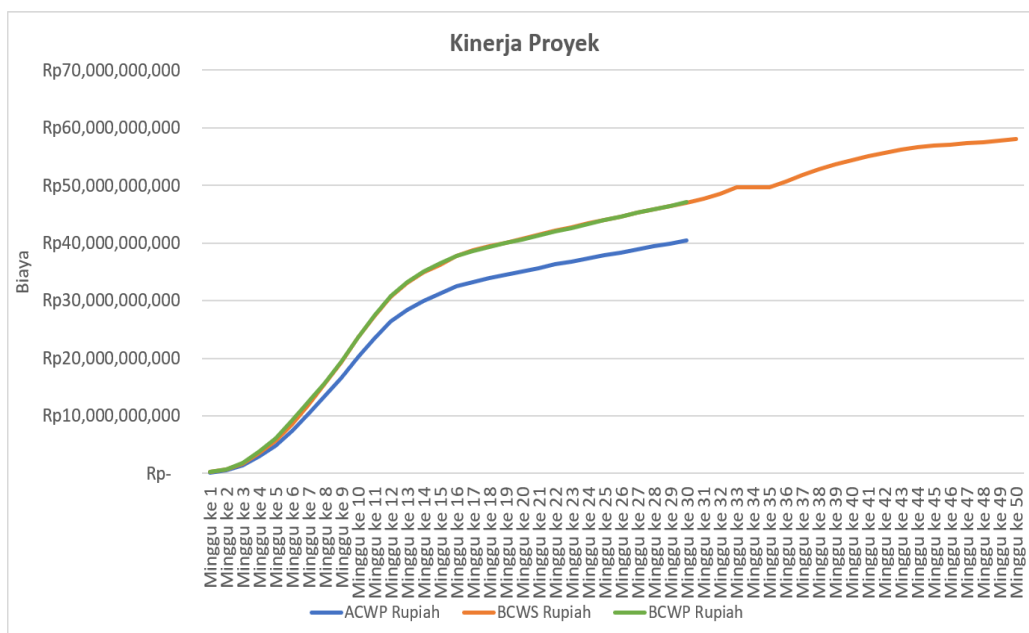
Nilai *float* yang diperoleh pada setiap aktivitas menunjukkan apakah aktivitas tersebut termasuk ke dalam lintasan kritis (*critical path*) atau tidak. Aktivitas yang memiliki nilai *float* sebesar nol dikategorikan sebagai aktivitas kritis, sedangkan aktivitas dengan nilai *float* lebih besar dari nol memiliki kelonggaran waktu dalam pelaksanaannya.

3.2. Analisis *Earned Value Management* (EVM)

Analisis *Earned Value Management* (EVM) digunakan untuk mengevaluasi kinerja biaya dan waktu proyek berdasarkan parameter BCWS, BCWP, dan ACWP[18]. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap nilai CV, SV, CPI, SPI, serta estimasi penyelesaian proyek menggunakan EAC dan EAS.

3.2.1. Evaluasi Kinerja proyek Berdasarkan Kurva EVM

Berdasarkan hasil analisis *Earned Value Management* (EVM), perbandingan antara BCWS, BCWP, dan ACWP menunjukkan bahwa kinerja proyek selama periode pengamatan berada dalam kondisi terkendali. Nilai BCWP berada di atas BCWS hingga minggu ke-30 yang menunjukkan bahwa progres aktual proyek mampu melampaui rencana pekerjaan. Sementara itu, nilai ACWP yang berada di bawah BCWP menunjukkan bahwa biaya aktual yang dikeluarkan masih lebih rendah dibandingkan nilai pekerjaan yang telah dicapai sehingga penggunaan biaya proyek berada dalam kondisi efisien.



Gambar 3. Grafik Perbandingan ACWP, BCWS, dan BCWP

3.2.2. Evaluasi Variasi Biaya dan Jadwal

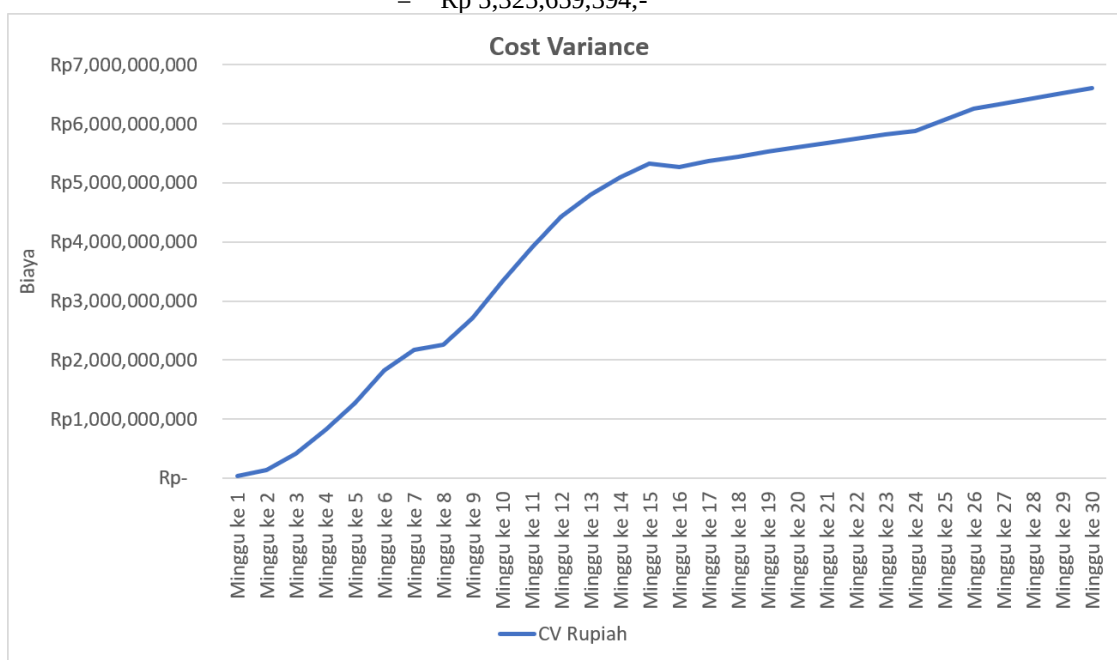
1. Cost Variance (CV)

Cost Variance (CV) menunjukkan perbedaan antara nilai pekerjaan yang telah diperoleh berdasarkan realisasi kemajuan proyek (BCWP) dengan biaya aktual yang telah dikeluarkan selama pelaksanaan pekerjaan (ACWP)[19]. Besarnya nilai CV dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$CV = BCWP - ACWP \quad (2)$$

Sebagai ilustrasi, perhitungan pada minggu ke-15, yaitu periode tanggal 17 November 2024, dilakukan sebagai berikut:

Nilai BCWP	=	Rp 36,497,264,898,-
Nilai ACWP	=	Rp 31,171,605,504,-
Variasi Biaya (CV)	=	BCWP - ACWP
	=	Rp 36,497,264,898 - Rp 31,171,605,504
	=	Rp 5,325,659,394,-



Gambar 4. Grafik Cost Variance

Hasil analisis CV menunjukkan bahwa nilai CV mengalami fluktuasi selama periode pelaksanaan proyek, namun tetap berada pada kondisi positif hingga minggu ke-30. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa

biaya aktual proyek masih berada di bawah nilai pekerjaan yang telah diperoleh sehingga proyek tidak mengalami pembengkakan biaya (*cost overrun*).

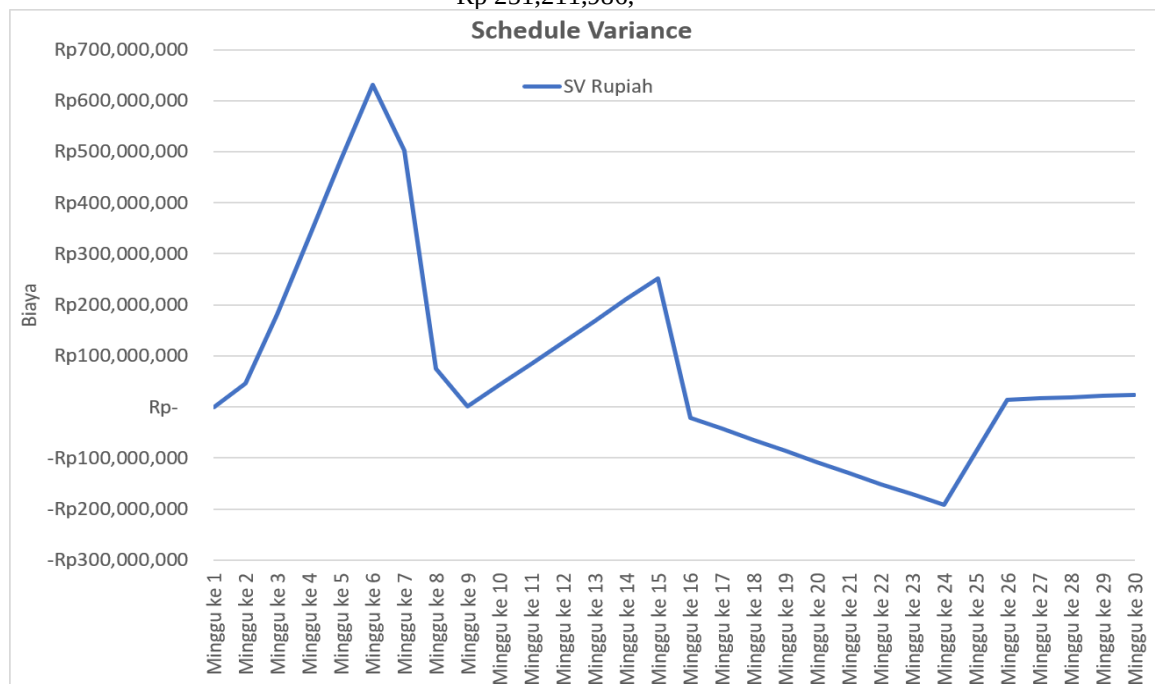
2. Schedule Variance (SV)

Schedule Variance (SV) digunakan untuk mengukur penyimpangan waktu pelaksanaan proyek dengan membandingkan nilai pekerjaan yang telah dicapai (*Earned Value/EV*) terhadap nilai pekerjaan yang direncanakan PV[20]. Nilai SV menunjukkan kondisi kinerja jadwal proyek, dimana nilai positif menunjukkan percepatan pekerjaan, nilai nol menunjukkan kesesuaian dengan rencana, sedangkan nilai negatif menunjukkan adanya keterlambatan. Persamaan perhitungan SV adalah sebagai berikut.:

$$SV = BCWP - BCWS \quad (3)$$

Sebagai ilustrasi, perhitungan pada minggu ke-15, yang bertepatan dengan periode tanggal 17 November 2024, disajikan sebagai berikut:

Nilai BCWP	=	Rp 36,497,264,898,-
Nilai BCWS	=	Rp 36,246,052,912,-
Variasi Jadwal (SV)	=	BCWP - BCWS
	=	Rp 36,497,264,898 - Rp 36,246,052,912
	=	Rp 251,211,986,-



Gambar 5. Grafik Schedule Variance (SV)

Hasil evaluasi *Schedule Variance* (SV) menunjukkan adanya perubahan kinerja jadwal selama periode pelaksanaan proyek. Pada minggu ke-1 hingga minggu ke-15, proyek berada dalam kondisi lebih cepat dibandingkan rencana (*ahead of schedule*). Namun, pada minggu ke-16 hingga minggu ke-24 terjadi penurunan kinerja jadwal yang ditunjukkan dengan nilai SV negatif. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya kompleksitas pekerjaan struktur, termasuk pekerjaan pembesian, bekisting, pengecoran, inspeksi mutu, dan waktu tunggu pengerasan beton (*curing*). Setelah periode tersebut, nilai SV kembali meningkat sehingga proyek mampu mendekati kembali jadwal rencana.

3.2.3. Evaluasi Indeks Kinerja Proyek

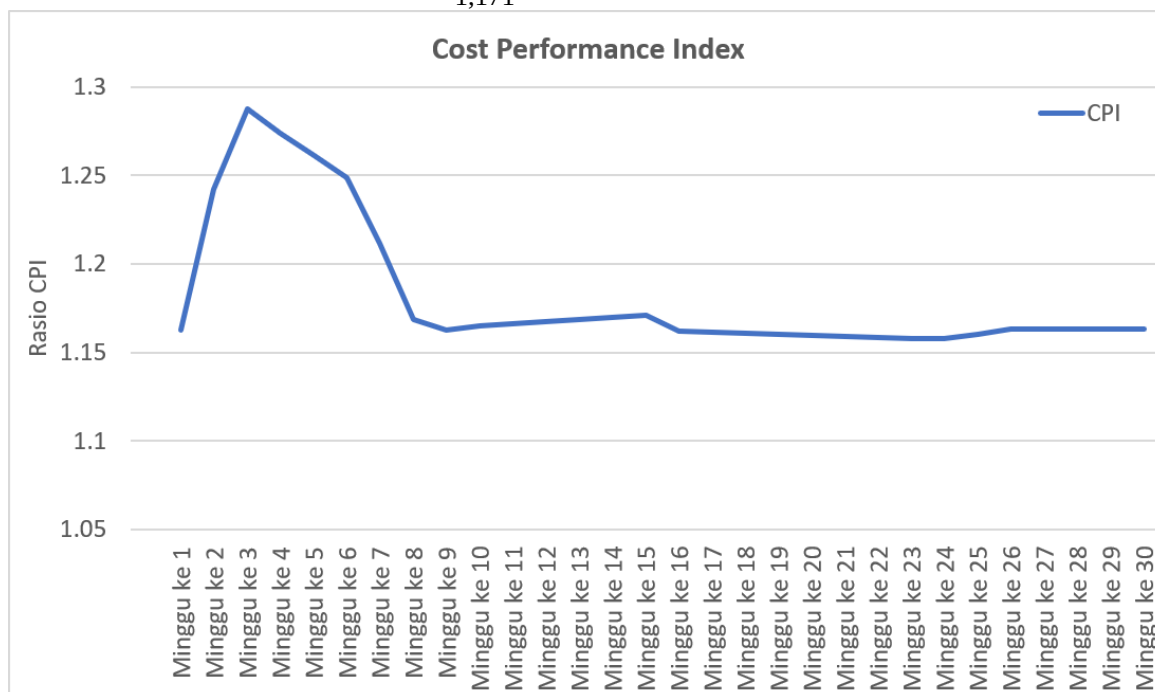
1. Cost Performance Index (SPI)

Dalam penerapan metode *Earned Value Management* (EVM), CP) digunakan sebagai parameter evaluasi untuk mengetahui tingkat kinerja biaya proyek selama periode pelaporan tertentu[21]. Indeks ini menggambarkan perbandingan antara nilai pekerjaan yang telah berhasil diselesaikan berdasarkan anggaran (BCWP) dengan total biaya aktual yang telah dikeluarkan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut (ACWP). Nilai CPI dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (4)$$

Sebagai ilustrasi, contoh perhitungan pada minggu ke-15 yang dilaksanakan pada periode tanggal 17 November 2024 disajikan sebagai berikut:

Nilai BCWP = Rp 36,497,264,898,-
 Nilai ACWP = Rp 31,171,605,504,-
 CPI = $\text{BWCP} / \text{ACWP}$
 = $\text{Rp } 36,497,264,898,- / \text{Rp } 31,171,605,504,-$
 = 1,171



Gambar 6. Garfik Indeks Produktivitas Biaya

Berdasarkan hasil analisis CPI, nilai indeks selama periode pengamatan berada pada rentang 1,16–1,29 atau lebih besar dari satu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa biaya aktual yang digunakan mampu menghasilkan nilai pekerjaan yang lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan. Dengan demikian, kinerja biaya proyek dapat dikategorikan efisien dan tidak menunjukkan adanya potensi pembengkakan biaya hingga akhir proyek.

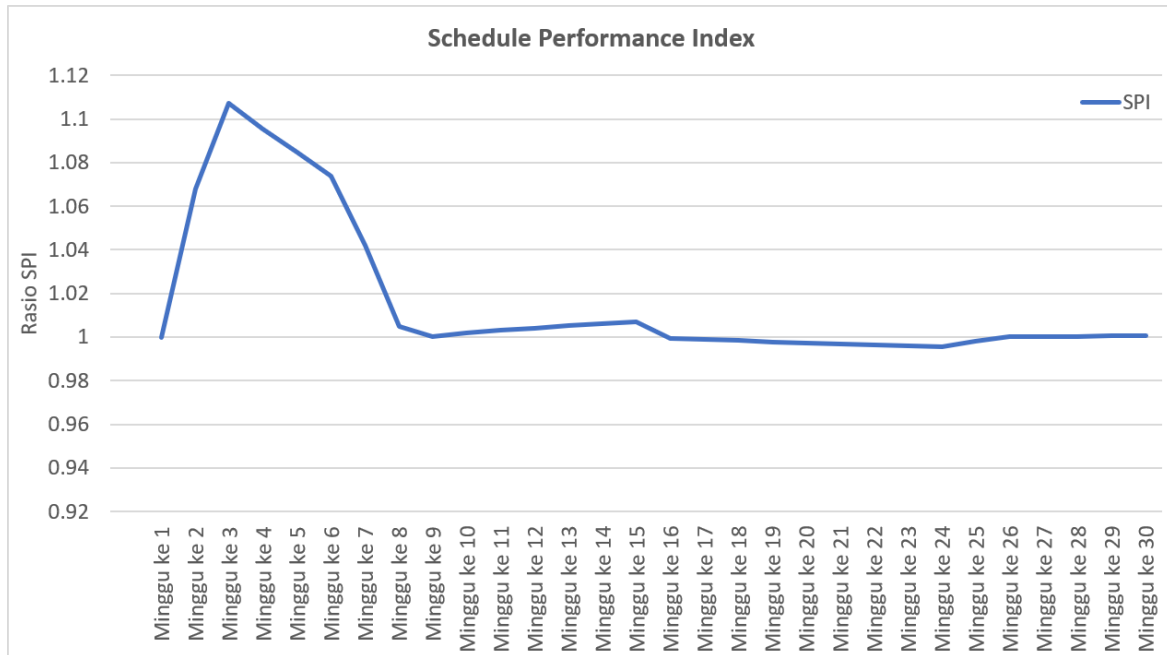
2. Schedule Performance Index (CPI)

Schedule Performance Index (SPI) digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi kinerja waktu pelaksanaan proyek dengan melihat tingkat kesesuaian antara progres pekerjaan yang telah dicapai terhadap rencana pekerjaan yang telah ditetapkan[22]. Nilai SPI diperoleh melalui rasio antara nilai pekerjaan yang telah terlaksana berdasarkan anggaran (BCWP) dengan nilai pekerjaan yang seharusnya tercapai sesuai jadwal perencanaan (BCWS)[23]. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai SPI adalah sebagai berikut:

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (5)$$

Sebagai ilustrasi, berikut disajikan contoh perhitungan pada minggu ke-15, yaitu pada periode tanggal 17 November 2024:

Nilai BCWP = Rp 36,497,264,898,-
 Nilai BCWS = Rp 36,246,052,912,-
 CPI = $\text{BWCP} / \text{BCWS}$
 = $\text{Rp } 36,497,264,898,- / \text{Rp } 36,246,052,912,-$
 = 1,007



Gambar 7. Grafik Indeks Produktivitas Jadwal

Hasil analisis SPI menunjukkan bahwa kinerja waktu proyek mengalami fluktuasi selama periode pelaksanaan. Pada tahap awal proyek, nilai SPI berada di atas satu yang menunjukkan percepatan progres terhadap rencana. Namun, pada minggu ke-16 hingga minggu ke-24 terjadi penurunan nilai SPI akibat perlambatan pekerjaan struktur. Setelah kendala tersebut dapat dikendalikan, nilai SPI kembali meningkat hingga mendekati satu pada akhir periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa deviasi waktu yang terjadi masih dapat dikendalikan dan proyek diperkirakan mampu diselesaikan sesuai target.

3.2.4. Estimasi Penyelesaian Proyek Berdasarkan EVM

Besarnya nilai ETC diperoleh dari estimasi biaya yang belum dikeluarkan dengan memasukkan faktor kinerja biaya aktual berdasarkan nilai CPI[24]. Adapun rumus perhitungan ETC dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$ETC = \frac{(\text{Anggaran Keseluruhan} - BCWP)}{CPI} \quad (6)$$

Hasil proyeksi menggunakan metode EVM menunjukkan bahwa proyek masih berada dalam kondisi terkendali. Nilai Estimate to Complete (ETC) pada minggu ke-30 sebesar Rp9.407.955.327,00 menunjukkan bahwa kebutuhan biaya untuk menyelesaikan pekerjaan semakin berkurang seiring dengan peningkatan progres proyek.

Selain itu, nilai EAC diperoleh berdasarkan kondisi biaya aktual yang telah terealisasi hingga waktu peninjauan serta tambahan biaya yang diperkirakan masih dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan yang belum terlaksana (ETC)[25]. Rumus perhitungan EAC dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$EAC = ACWP + ETC \quad (7)$$

Hasil proyeksi menggunakan metode *Earned Value Management* (EVM) menunjukkan bahwa proyek diperkirakan tetap berada dalam kondisi biaya yang terkendali. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *Estimate at Completion* (EAC) pada minggu ke-30 sebesar Rp49.854.436.514, yang menunjukkan bahwa total biaya yang diproyeksikan hingga proyek selesai masih berada di bawah anggaran yang telah ditetapkan (BAC). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan proyek tidak berpotensi mengalami pembengkakan biaya dan kinerja biaya proyek tetap efisien hingga akhir penyelesaian.

Perhitungan Estimate at Schedule (EAS) dilakukan menggunakan persamaan:

$$EAS = \text{Waktu Pelaporan} + ETS \quad (8)$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai EAS sebesar 49,99 minggu, sedangkan durasi rencana proyek adalah 50 minggu. Perbedaan yang sangat kecil tersebut mengindikasikan bahwa penyelesaian proyek diperkirakan tetap berada dalam target waktu yang telah direncanakan, meskipun selama pelaksanaan sempat terjadi keterlambatan pada beberapa periode.

Tabel 5. Hasil Estimasi Penyelesaian Proyek

Parameter	Nilai
Total Anggaran Biaya	Rp 58.000.000.000
ETC	Rp 9.407.955.327
EAC	Rp 49.854.436.514
Durasi Rencana	50 minggu
EAS	49,99 minggu

3.3. Evaluasi Kinerja Proyek Berdasarkan Integrasi CPM dan EVM

Hasil integrasi metode CPM dan EVM menunjukkan bahwa pengendalian proyek perlu difokuskan pada aktivitas kritis yang memiliki pengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian pekerjaan. Sementara itu, evaluasi EVM memberikan gambaran bahwa kinerja biaya dan waktu proyek secara keseluruhan masih berada dalam kondisi terkendali. Kombinasi kedua metode tersebut memberikan pendekatan evaluasi yang lebih komprehensif, yaitu dengan mengidentifikasi pekerjaan yang berisiko terhadap jadwal sekaligus memantau kinerja aktual proyek berdasarkan aspek biaya dan waktu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis CPM dan EVM pada proyek pembangunan Gedung NICE di PIK 2, terdapat 14 dari 84 aktivitas yang berada pada lintasan kritis sehingga memerlukan pengendalian intensif. Hasil EVM menunjukkan kinerja biaya proyek efisien dengan nilai CPI > 1, sedangkan kinerja waktu mengalami keterlambatan sementara pada minggu ke-16 hingga ke-25. Proyeksi EVM memperkirakan proyek selesai dalam 49,99 minggu dengan biaya Rp49.854.436.514,00, masih sesuai rencana. Dengan mempertahankan kinerja akhir proyek, pembangunan Gedung NICE diproyeksikan tetap terkendali dan memberikan keuntungan sebesar Rp7.898.640.631.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Mubarak, "construction project."
- [2] A. Husen, "Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek," 2009.
- [3] V. M. Sorongan, A. K. T. Dundu, and J. Tjakra, "Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode PDM Dengan Menggunakan Konsep Cadangan Waktu Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tondano-Kembes-Manado Seksi 2," 2022.
- [4] I. Ismael, "KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG FAKTOR PENYEBAB DAN TINDAKAN PENCEGAHANNYA," 2013.
- [5] Sulaiman, "ANALISIS PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE EARNED VALUE (Studi Kasus: Pada Proyek Pembangunan Perumahan Panam Madani Regency)," 2021.
- [6] C. Mesjasz, K. Bartusik, T. Malkus, and M. Softysik, "Agile Project Management and Complexity: A Reappraisal," *Agile Project Management and Complexity: A Reappraisal*, pp. 1–114, Jan. 2022, doi: 10.4324/9781003175032/AGILE-PROJECT-MANAGEMENT-COMPLEXITY-CZES.
- [7] B. W. Soemardi, M. Abduh, R. D. Wirahadikusumah, and D. N. Pujoartanto, "Konsep Earned Value untuk Pengelolaan Proyek Konstruksi."
- [8] I. Soeharto, "MANAJEMEN PROYEK (Dari Konseptual Sampai Operasional)," 1999.
- [9] A. Wisnu, "JURNAL KONSTRUKSI ANALISIS MANAJEMEN KONSTRUKSI PROYEK PEMBANGUNAN RUANG KULIAH BARU IAIN SYEKH NURJATI CIREBON," 2018.
- [10] holifa Arrumih and Y. P. Astuti, "OPTIMALISASI MASALAH PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN MENGGUNAKAN METODE PERT CPM," 2020.
- [11] R. H. Susanto *et al.*, "Optimalisasi Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode CPM Pembangunan WWTP Relocation PT. Frisian Flag Indonesia Plant Pasar Rebo Jakarta Timur," 2025.
- [12] H. Kerzner, "3.11 Seven Fallacies That Delay Project Management Maturity," *Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (13th Edition)*, 2022, Accessed: May 03, 2025. [Online]. Available: <https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+13th+Edition-p-9781119805373>
- [13] W. I. Ervianto, "MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI." Accessed: May 15, 2025. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr&id=jHLDEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=manajemen+pelaksanaan+proyek+konstruksi&ots=RbkqOLzKUm&sig=jQPHYruCcYR6C-q9wKjfrlJJxw&redir_esc=y#v=onepage&q=manajemen%20pelaksanaan%20proyek%20konstruksi&f=false
- [14] H. Putra Jaya, "Analisa Perencanaan Pengendalian Proyek Peningkatan Jalan G.Obos X Kota Palangka Raya," *Civil Engineering Collaboration*, pp. 7–11, Apr. 2024, doi: 10.35134/jcivil.v9i1.70.
- [15] P. W. G. . Morris, "The management of projects," 1994, Accessed: May 03, 2025. [Online]. Available: https://books.google.com/books/about/The_Management_of_Projects.html?id=5ekyoWaeZ1UC
- [16] A. H. Pattiraja, A. M. Gai, D. pontan, and Sahrullah, "Manajemen Proyek Teknik Sipil," Oct. 2024.
- [17] S. Jose and C. Rica, "UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL (UCI) PROJECT MANAGEMENT PLAN FOR THE CONSTRUCTION OF MADANG CHRISTIAN ACADEMY PERIMETER FENCE DAVID FONZIE GLAMA FINAL GRADUATION PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER IN PROJECT MANAGEMENT (MPM) DEGREE," 2021.
- [18] P. Mandiyo and F. I. Khairul, "Analisis Kinerja Biaya Dan Jadwal Terpadu Dengan Konsep Earned Value Method (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung)," 2015.

- [19] A. Permana Sidiq and G. Jojon Johari, "Analisis Penerapan Earned Value Terhadap Manajemen Waktu dan Biaya pada Proyek Jembatan Cibuni." [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [20] S. S. Aulia, "TUGAS AKHIR ANALISIS PENJADWALAN PROYEK GEDUNG MENGGUNAKAN METODE CPM-PERT (CRITICAL PATH METHOD-PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE) (ANALYSIS OF BUILDING PROJECT SCHEDULING USING THE CPM-PERT METHOD)," 2021.
- [21] PMI, *Practice standard for scheduling*. Project Management Institute, 2011.
- [22] E. Ssempebwa and K. Ronald, "PROJECT SCHEDULE MANAGEMENT," 2011.
- [23] M. Proaño-Narváez, C. Flores-Vázquez, P. Vázquez Quiroz, and M. Avila-Calle, "Earned Value Method (EVM) for Construction Projects: Current Application and Future Projections," *Buildings*, vol. 12, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.3390/buildings12030301.
- [24] K. Tan Chin and S. Najihah, "THE APPLICATION OF EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM) IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT," 2015.
- [25] J. L. Pascual, J. C. M. Rodríguez, and S. C. Rambaud, "The enhanced-earned value management (E-EVM) model: A proposal for the aerospace industry," *Symmetry (Basel)*, vol. 13, no. 2, pp. 1–18, Feb. 2021, doi: 10.3390/sym13020232.