

**PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE
PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM) PADA PELAKSANAAN GEDUNG
(STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG TAHUN ANGGARAN 2022)**

Zukhruf Syamil Basayyaf Hakim, M. Nur Sahid

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Pengendalian merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan. Penelitian ini membahas pengendalian waktu dan biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim Semarang tahun anggaran 2022. Metode yang digunakan penelitian untuk menganalisis performa pelaksanaan proyek yaitu Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*), metode yang digunakan pada penjadwalan ulang yaitu *Precedence Diagram Method* (PDM), serta dilakukan optimasi waktu dan biaya metode penambahan jam kerja. Hasil penelitian didapatkan evaluasi pada pelaksanaan proyek minggu ke-25, mengalami keterlambatan dengan performa -3,070%. Analisa selanjutnya yaitu metode nilai hasil dengan indeks kinerja biaya (CPI) sebesar 0,89 berarti biaya realiasi proyek lebih besar daripada biaya perencanaan. Nilai indeks kinerja waktu (SPI) sebesar 0,93 berarti waktu realisasi proyek lebih lambat dari waktu perencanaan. *Estimated Time Completion* (ETC) adalah Rp 34.140.839.947. *Estimated All Completion* (EAC) yaitu Rp 72.488.057.584. *Estimate Temporary Schedule* (ETS) adalah 19 minggu. *Estimate All Schedule* (EAS) yaitu 44 minggu. Penjadwalan ulang dimulai dari minggu ke-25 dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) didapatkan waktu kritis 113 hari. Optimasi waktu serta biaya metode crashing dengan menambah jam lembur 3 jam (Lembur) dapat memperpendek durasi total sebanyak 28 hari dengan biaya Rp 68.333.458.223 selisih biaya Rp 270.630.006 dari BAC awal.

Kata Kunci : Pengendalian, Waktu, Biaya, Konsep Nilai Hasil, PDM, *Crashing*, Optimasi

Abstract

Control is a function of project management so that work runs smoothly without a hitch. This study discusses controlling the time and cost of the building project for the building of the Faculty of Pharmacy, Wahid Hasyim University Semarang in 2022. There are several methods in this research, the concept of the value of the results to determine project performance, rescheduling with the precedence diagram method (PDM), and optimization with the crashing method. The results of the 25th week evaluation study showed a delay of -3.070%. Then the analysis of the result value concept method obtained a cost performance index (CPI) of 0.89 and a time performance index (SPI) of 0.93. Both values indicate that the project is experiencing time delays and cost losses. Estimated Time Completion (ETC) is IDR 34,140,839,947. Estimated All Completion (EAC) which is IDR 72,488,057,584. Estimate Temporary Schedule (ETS) was 19 weeks. Estimate All Schedule (EAS) is 44 weeks. Reschedule method Precedence Diagram Method (PDM) obtained a critical time of 113 days. Optimizing the time and cost of the crashing method of working overtime for 3 hours can shorten 28 days with a charge IDR 68,333,458,223 difference in costs IDR 270,630,006 from the initial BAC.

Keywords: Control, Time, Cost, Result Value Concept, PDM, *Crashing*, Optimization

1. PENDAHULUAN

Persaingan pada industri konstruksi tidak dapat dihindari pada pasar bebas seperti saat ini. Keadaan ini menuntut pelaku usaha konstruksi untuk menerapkan langkah antisipatif yang

dilakukan dengan berbagai cara (Djaelani & Retnowati, 2022). Penjadwalan proyek yang baik merupakan komponen penting dalam perencanaan dan pengendalian proyek, sebelum memulai proyek memperkirakan durasi dan biaya proyek adalah dasar rencana yang dimaksudkan untuk menyelesaikan proyek tepat waktu dan sesuai anggaran yang direncanakan (Firmansyah, 2017).

Perencanaan merupakan proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi-asumsi mengenai keadaan dimasa yang akan datang (Sahid, 2017). Perencanaan suatu proyek hendaknya dapat diaplikasikan pada saat pelaksanaan di lapangan. Namun pada saat pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi sering mengalami ketidaksesuaian antara perencanaan awal dengan kondisi lapangan. Ketidaksesuaian ini dapat berupa kesalahan-kesalahan pada pelaksanaan proyek konstruksi. Kesalahan seperti ini dapat menghambat produktivitas pengerjaan proyek yang berimbas pada penambahan waktu dan biaya (Sudipta, 2017). Keterlambatan pelaksanaan proyek umumnya selalu menimbulkan akibat yang merugikan baik bagi pemilik maupun kontraktor, karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu dan biaya tambah (Proboyo, 1999). Pengendalian merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan (Sudarsana, 2008).

Studi kasus penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim Semarang tahun anggaran 2022, kontraktor pelaksana PT. CHIMARDER 777. Proyek ini memiliki nilai kontrak sebesar Rp 68.062.828.216,39,- nomor kontrak 34/YWH/I/2022, dengan durasi proyek 43 minggu. Pada saat pelaksanaan performa proyek mengalami penurunan performa terbesar pada minggu ke-25 sebesar 2,701% yang seharusnya progres mencapai 47,197% pada minggu tersebut hanya dapat mencapai 47,197%. Berdasarkan hal itu maka perlu dilakukan pengendalian proyek.

Penelitian ini menggunakan metode Konsep Nilai Hasil (*Earned Value*) untuk menganalisis performa pelaksanaan proyek, metode yang digunakan untuk penjadwalan ulang yaitu *Precedence Diagram Method* (PDM), serta dilakukan optimasi waktu dan biaya menggunakan metode penambahan jam kerja.

Pengukuran kemajuan kerja (*work progress*) didasarkan pada apa yang dimaksud *earned value*. Secara umum *earned value* menggambarkan nilai pekerjaan yang secara aktual sudah selesai sampai pada saat tertentu. Konsep ini biasa diwakili oleh variabel BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*), yaitu biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang sudah dikerjakan (Santosa, 2009). Metode ini menggunakan perbandingan antara nilai dan hasil dari apa yang

telah dikerjakan dalam suatu proyek, sehingga dapat diketahui prestasi proyek dari segi biaya maupun waktu. Dengan adanya indikator prestasi proyek dari segi biaya dan waktu ini memungkinkan kontraktor untuk melakukan tindakan-tindakan pencegahan agar proyek yang dikerjakan sesuai dengan target waktu dan biaya yang telah direncanakan sebelumnya (Kistiani, 2015).

Precedence diagram method ini merupakan jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi *activity on node*. Kegiatannya ditulis dalam bentuk node umumnya berbentuk segi empat dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara selesai paling awal ditulis pada sudut atas, dalam hitungan maju (Rani, 2016).

Agar dapat mengembalikan progress kemajuan proyek ke rencana semula, maka perlu dilakukan percepatan. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu metode *crashing* dengan tujuan untuk memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan menaikkan biaya yang minimal (Soeharto, 1999).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui performa pelaksanaan, menganalisis kinerja proyek berdasarkan konsep nilai hasil ditinjau dari waktu dan biaya, serta mengoptimalkan waktu dan biaya dengan *crashing* penambahan jam kerja (lembur).

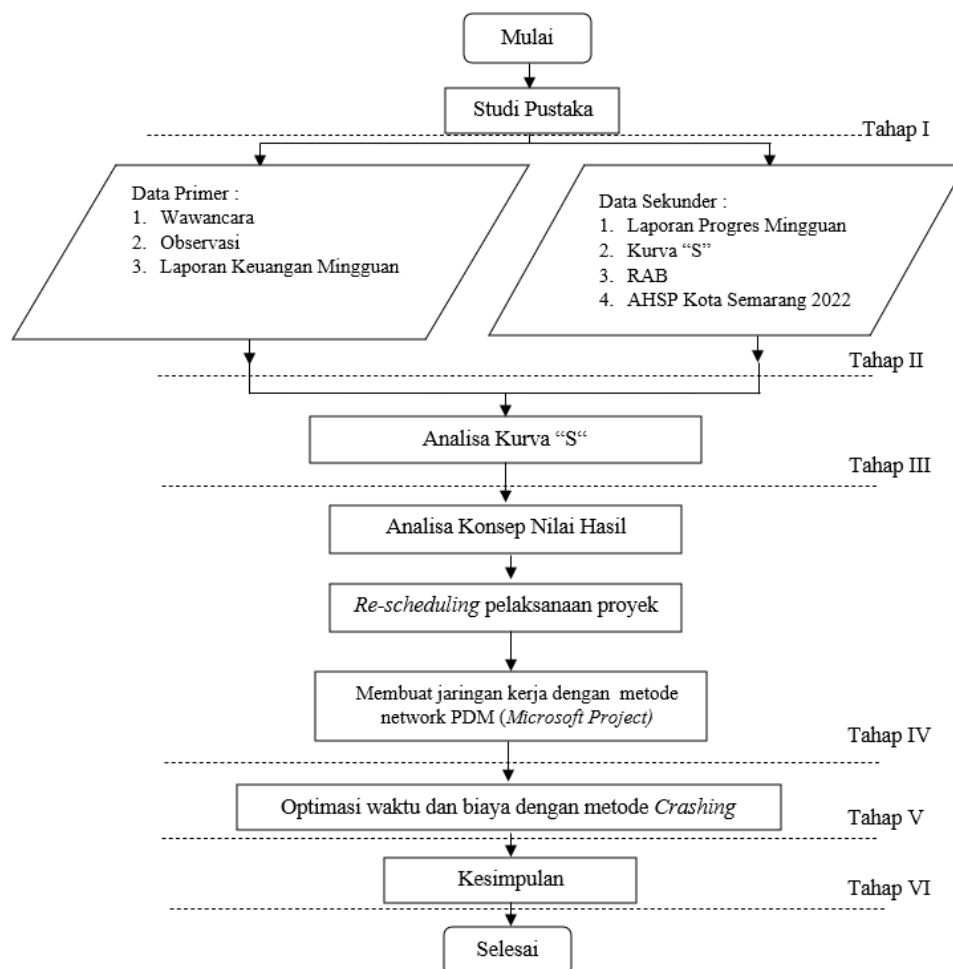
2. METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Penelitian yang dilakukan dengan cara mengambil data primer yang berasal dari arsip perusahaan terkait yaitu kontraktor, serta data sekunder berupa AHSP kota Semarang serta literatur pendukung.

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahap, tahap I yaitu studi pustaka dengan tujuan mencari studi literatur mengenai manajemen kontruksi, metode konsep nilai hasil, metode PDM, dan *Crashing*. Tahap II pengumpulan data-data proyek yang diperoleh langsung dari pihak kontraktor pelaksana Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Farmasi UNWAHAS Semarang dan beberapa literatur. Tahap III melakukan analisa pada data primer dan data sekunder. Tahap IV melakukan analisis data dengan metode konsep nilai hasil yang memiliki komponen seperti BCWS, BCWP, dan ACWP. Ketiga komponen tersebut akan menghasilkan nilai Varian Waktu (SV), Varians Biaya (CV), Indek Performa Waktu (SPI), dan Indek Performa Biaya (CPI). Nilai – nilai komponen tersebut akan digunakan sebagai dasar yang valid dilakukannya proses pengendalian untuk menghitung Biaya Sisa (ETC) dan Waktu Sisa (EAC). Kemudian dilakukan penjadwalan ulang, pada proses ini terdapat pengendalian menggunakan metode PDM dengan menjadwalkan ulang kegiatan – kegiatan kritis yang belum selesai dan memiliki bobot sisa $>0,005\%$. Setelah itu digambarkan hubungan logikanya

menggunakan jaringan kerja PDM dan durasi waktu sehingga akan dihasilkan jalur kritis dimana kegiatan yang berada pada jalur tersebut harus dimulai dan selesai tepat waktu serta sesuai durasi penyelesaiannya agar tidak terjadi keterlambatan. Waktu penyelesaian jalur kritis yang lebih lama dari waktu sisa sehingga terdapat keterlambatan.

Tahap V dilakukan optimasi menggunakan kegiatan yang berada pada jalur kritis untuk mencari durasi baru dengan memperpendek durasi normal. Akibat dari perpendekan durasi ini dapat menghasilkan biaya tambah ataupun biaya berkurang akibat kegiatan dipercepat dari rencana biaya normal. Hal ini terjadi akibat pengurangan dan penambahan biaya terjadi pada biaya langsung dan biaya tidak langsung akibat penambahan jam lembur. Optimasi dilakukan dengan mencoba alternatif waktu penyelesaian proyek yang kemudian dari beberapa alternatif tersebut dipilih yang paling optimal dari segi waktu dan biaya. Tahap VI mengambil kesimpulan serta saran dalam hasil penelitian, untuk dapat dipahami berikut Gambar 1. Bagan Alir Penelitian dibawah ini :

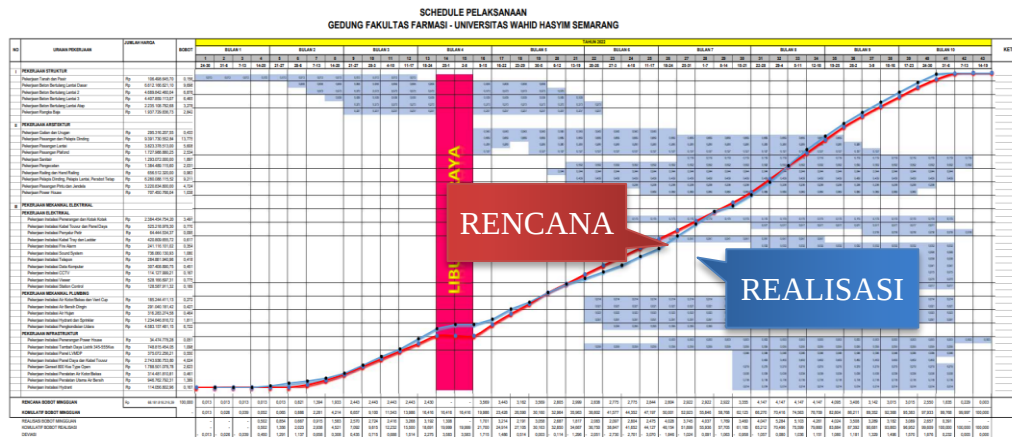


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kurva “S”

Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim Semarang dengan kontraktor pelaksana PT. CHIMARDER 777 dengan nilai kontrak sebesar Rp. 68.062.828.216,39. Rencana waktu pelaksanaan proyek adalah 300 hari. Penelitian dilakukan pada saat proyek sedang berlangsung (Juni-Juli 2022). Proyek ini selesai dalam waktu 287 hari. Berikut kurva “S” pelaksanaan proyek dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva “S” Rencana dan Realisasi Pelaksanaan Proyek

Dilihat pada Gambar 2. menunjukkan performa yang baik, realisasi lebih cepat 2 minggu dari progres rencana. Untuk dapat melihat detail performa progres pelaksana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Performa Progres Proyek

Minggu Ke-	Rencana Mingguan (%)	Realisasi Mingguan (%)	Kumulatif Rencana (%)	Kumulatif Realisasi (%)	Performa	Keterangan
1	0,013	-	0,013	-	- 0,013	Belum Terlaksana
2	0,013	-	0,026	-	- 0,026	Belum Terlaksana
3	0,013	-	0,039	-	- 0,039	Belum Terlaksana
4	0,013	0,502	0,052	0,502	0,450	Lebih Cepat
5	0,013	0,854	0,065	1,356	1,291	Lebih Cepat
6	0,821	0,667	0,886	2,023	1,137	Lebih Cepat
7	1,394	0,915	2,281	2,938	0,658	Lebih Cepat
8	1,933	1,583	4,214	4,521	0,308	Lebih Cepat
9	2,443	2,570	6,657	7,092	0,435	Lebih Cepat
10	2,443	2,724	9,100	9,815	0,715	Lebih Cepat
11	2,443	2,416	11,543	12,232	0,688	Lebih Cepat
12	2,443	3,268	13,986	15,500	1,514	Lebih Cepat
13	2,430	3,192	16,416	18,691	2,275	Lebih Cepat

Minggu Ke-	Rencana Mingguan (%)	Realisasi Mingguan (%)	Kumulatif Rencana (%)	Kumulatif Realisasi (%)	Performa	Keterangan
14	-	1,308	16,416	19,999	3,583	Lebih Cepat
15	-	-	16,416	19,999	3,583	Lebih Cepat
16	3,569	1,701	19,986	21,700	1,715	Lebih Cepat
17	3,443	3,214	23,428	24,914	1,486	Lebih Cepat
18	3,162	2,191	26,590	27,105	0,514	Lebih Cepat
19	3,569	3,058	30,160	30,163	0,003	Lebih Cepat
20	2,805	2,687	32,964	32,850	- 0,114	Terlambat
21	2,999	1,817	35,963	34,667	- 1,296	Terlambat
22	2,838	2,083	38,802	36,750	- 2,051	Terlambat
23	2,775	2,097	41,577	38,847	-2,730	Terlambat
24	2,775	2,804	44,352	41,652	- 2,701	Terlambat
25	2,844	2,475	47,197	44,127	- 3,070	Terlambat
26	2,804	4,028	50,001	48,154	- 1,846	Terlambat
27	2,922	3,745	52,923	51,899	-1,024	Terlambat
28	2,922	4,037	55,846	55,936	0,091	Lebih Cepat
29	2,922	1,769	58,768	57,705	- 1,063	Terlambat
30	3,355	3,460	62,123	61,165	- 0,958	Terlambat
31	4,147	4,047	66,270	65,212	-1,057	Terlambat
32	4,147	5,284	70,416	70,496	0,080	Lebih Cepat
33	4,147	5,103	74,563	75,599	1,036	Lebih Cepat
34	4,147	4,261	78,709	79,860	1,151	Lebih Cepat
35	4,095	4,024	82,804	83,884	1,080	Lebih Cepat
36	3,406	3,508	86,211	87,392	1,181	Lebih Cepat
37	3,142	3,289	89,352	90,681	1,329	Lebih Cepat
38	3,015	3,182	92,368	93,863	1,496	Lebih Cepat
39	3,015	3,089	95,383	96,952	1,570	Lebih Cepat
40	2,550	2,657	97,933	99,609	1,676	Lebih Cepat
41	1,835	0,391	99,768	100,000	0,232	Lebih Cepat
42	0,229	-	99,997	-	-	Sudah Selesai
43	0,003	-	100,000	-	-	Sudah Selesai

Tabel 1. diketahui performa progres pelaksanaan proyek pada beberapa minggu mengalami keterlambatan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan analisa konsep nilai hasil untuk mengetahui kinerja yang diukur dari aspek waktu dan biaya.

3.2 Analisa Konsep Nilai Hasil

Untuk mengetahui kinerja selama pelaksanaan proyek, digunakan tiga variabel yaitu *Actual Cost of Work Performed* (ACWP) yang diperoleh dari laporan keuangan mingguan proyek, *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) dari rencana anggaran biaya (RAB), dan *Budgeted Cost of Work Scheduled* (BCWS) dari *time schedule*..

3.2.1 Menghitung Tiga Variabel (BCWS, BCWP, dan ACWP)

Budgeted cost of work schedule (BCWS) adalah variabel untuk mengetahui kinerja berdasarkan besarnya biaya yang dianggarkan untuk pekerjaan yang dijadwalkan pada suatu periode tertentu dan ditetapkan dalam anggaran. Contoh perhitungan BCWS pada minggu ke-25 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BCWS} &= \% \text{ rencana} \times \text{Rencana Anggaran} \\ &= 2,844\% \times \text{Rp}68.062.828.216 \\ &= \text{Rp}1.936.020.840 \end{aligned} \quad (1)$$

Hasil perhitungan BCWS disetiap minggunya dapat dilihat pada Tabel 2. Rekapitulasi Nilai (BCWS).

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai (BCWS)

Minggu ke-	Nilai Kontrak	Bobot Rencana	BCWS	BCWS
	1	2	3 = 1 x 2	Kumulatif
1	Rp68.062.828.216	0,013	Rp 8.859.399	Rp 8.859.399
2	Rp68.062.828.216	0,013	Rp 8.859.399	Rp 17.718.798
3	Rp68.062.828.216	0,013	Rp 8.859.399	Rp 26.578.196
4	Rp68.062.828.216	0,013	Rp 8.859.399	Rp 35.437.595
5	Rp68.062.828.216	0,013	Rp 8.859.399	Rp 44.296.994
6	Rp68.062.828.216	0,821	Rp 558.911.662	Rp 603.208.656
7	Rp68.062.828.216	1,394	Rp 949.049.813	Rp 1.552.258.468
8	Rp68.062.828.216	1,933	Rp1.315.730.361	Rp 2.867.988.829
9	Rp68.062.828.216	2,443	Rp1.662.860.047	Rp 4.530.848.876
10	Rp68.062.828.216	2,443	Rp1.662.860.047	Rp 6.193.708.923
11	Rp68.062.828.216	2,443	Rp1.662.860.047	Rp 7.856.568.970
12	Rp68.062.828.216	2,443	Rp1.662.860.047	Rp 9.519.429.017
13	Rp68.062.828.216	2,430	Rp1.654.000.648	Rp11.173.429.665
14	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp11.173.429.665
15	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp11.173.429.665
16	Rp68.062.828.216	3,569	Rp2.429.331.703	Rp13.602.761.369
17	Rp68.062.828.216	3,443	Rp2.343.083.042	Rp15.945.844.411
18	Rp68.062.828.216	3,162	Rp2.152.247.742	Rp18.098.092.154
19	Rp68.062.828.216	3,569	Rp2.429.331.703	Rp20.527.423.857
20	Rp68.062.828.216	2,805	Rp1.909.068.830	Rp22.436.492.687
21	Rp68.062.828.216	2,999	Rp2.041.042.782	Rp24.477.535.470
22	Rp68.062.828.216	2,838	Rp1.931.936.178	Rp26.409.471.648

Minggu ke-	Nilai Kontrak	Bobot Rencana	BCWS	BCWS
	1	2	3 = 1 x 2	Kumulatif
23	Rp68.062.828.216	2,775	Rp1.888.939.765	Rp28.298.411.413
24	Rp68.062.828.216	2,775	Rp1.888.939.765	Rp30.187.351.177
25	Rp68.062.828.216	2,844	Rp1.936.020.840	Rp32.123.372.018
26	Rp68.062.828.216	2,804	Rp1.908.452.681	Rp34.031.824.698
27	Rp68.062.828.216	2,922	Rp1.989.128.640	Rp36.020.953.338
28	Rp68.062.828.216	2,922	Rp1.989.128.640	Rp38.010.081.978
29	Rp68.062.828.216	2,922	Rp1.989.128.640	Rp39.999.210.618
30	Rp68.062.828.216	3,355	Rp2.283.520.202	Rp42.282.730.820
31	Rp68.062.828.216	4,147	Rp2.822.253.003	Rp45.104.983.823
32	Rp68.062.828.216	4,147	Rp2.822.253.003	Rp47.927.236.826
33	Rp68.062.828.216	4,147	Rp2.822.253.003	Rp50.749.489.829
34	Rp68.062.828.216	4,147	Rp2.822.253.003	Rp53.571.742.833
35	Rp68.062.828.216	4,095	Rp2.787.246.731	Rp56.358.989.564
36	Rp68.062.828.216	3,406	Rp2.318.479.720	Rp58.677.469.284
37	Rp68.062.828.216	3,142	Rp2.138.366.431	Rp60.815.835.714
38	Rp68.062.828.216	3,015	Rp2.052.117.770	Rp62.867.953.484
39	Rp68.062.828.216	3,015	Rp2.052.117.770	Rp64.920.071.254
40	Rp68.062.828.216	2,550	Rp1.735.909.693	Rp66.655.980.947
41	Rp68.062.828.216	1,835	Rp1.248.803.957	Rp67.904.784.904
42	Rp68.062.828.216	0,229	Rp 156.131.390	Rp68.060.916.293
43	Rp68.062.828.216	0,003	Rp 1.911.923	Rp68.062.828.216

Budgeted cost of work performed (BCWP) adalah variabel untuk mengetahui kinerja berdasarkan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah terlaksana. Contoh perhitungan BCWP pada minggu ke-25 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{BCWP} &= \% \text{ realisasi} \times \text{rencana anggaran} \\
 &= 2,475\% \times \text{Rp68.062.828.216} \\
 &= \text{Rp1.684.655.728}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Hasil perhitungan BCWP disetiap minggunya dapat dilihat pada Tabel 3. Rekapitulasi Nilai (BCWP) dibawah ini:

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai (BCWP)

Minggu Ke-	Nilai Kontrak	Bobot Realiasi	BCWP	BCWP Kumulatif
	1	2	3 = 1 x 2	
1	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp 0
2	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp 0
3	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp 0
4	Rp68.062.828.216	0,501	Rp 341.455.916	Rp 340.994.769
5	Rp68.062.828.216	0,853	Rp 581.235.479	Rp 921.570.694
6	Rp68.062.828.216	0,667	Rp 454.115.900	Rp 1.375.549.758

Minggu Ke-	Nilai Kontrak	Bobot Realiasi	BCWP	BCWP Kumulatif
	1	2	3 = 1 x 2	
7	Rp68.062.828.216	0,915	Rp 623.037.827	Rp 1.998.324.636
8	Rp68.062.828.216	1,583	Rp 1.077.535.828	Rp 3.075.759.207
9	Rp68.062.828.216	2,570	Rp 1.749.496.280	Rp 4.824.973.892
10	Rp68.062.828.216	2,723	Rp 1.853.704.782	Rp 6.678.324.705
11	Rp68.062.828.216	2,416	Rp 1.644.574.160	Rp 8.322.722.634
12	Rp68.062.828.216	3,268	Rp 2.224.458.872	Rp10.547.015.860
13	Rp68.062.828.216	3,191	Rp 2.172.276.111	Rp12.718.900.709
14	Rp68.062.828.216	1,308	Rp 890.093.038	Rp13.609.162.502
15	Rp68.062.828.216	0,000	Rp 0	Rp13.609.162.502
16	Rp68.062.828.216	1,700	Rp 1.157.718.028	Rp14.766.230.582
17	Rp68.062.828.216	3,214	Rp 2.187.378.934	Rp16.953.769.880
18	Rp68.062.828.216	2,191	Rp 1.491.033.235	Rp18.445.026.447
19	Rp68.062.828.216	3,058	Rp 2.081.626.496	Rp20.526.387.733
20	Rp68.062.828.216	2,686	Rp 1.828.823.792	Rp22.354.555.299
21	Rp68.062.828.216	1,817	Rp 1.236.989.545	Rp23.591.256.888
22	Rp68.062.828.216	2,083	Rp 1.417.801.394	Rp25.009.058.282
23	Rp68.062.828.216	2,097	Rp 1.427.129.369	Rp26.436.187.651
24	Rp68.062.828.216	2,804	Rp 1.908.796.477	Rp28.344.984.128
25	Rp68.062.828.216	2,475	Rp 1.684.655.728	Rp30.033.937.191
26	Rp68.062.828.216	4,028	Rp 2.741.291.403	Rp32.775.228.594
27	Rp68.062.828.216	3,745	Rp 2.548.952.917	Rp35.324.181.510
28	Rp68.062.828.216	4,037	Rp 2.747.696.375	Rp38.071.877.886
29	Rp68.062.828.216	1,768	Rp 1.884.659.713	Rp39.956.537.599
30	Rp68.062.828.216	3,460	Rp 2.354.812.329	Rp42.311.349.928
31	Rp68.062.828.216	4,047	Rp 2.754.502.658	Rp45.065.852.585
32	Rp68.062.828.216	5,284	Rp 2.915.811.561	Rp47.981.664.146
33	Rp68.062.828.216	5,103	Rp 3.473.246.124	Rp51.454.910.270
34	Rp68.062.828.216	4,261	Rp 2.900.157.110	Rp54.355.067.380
35	Rp68.062.828.216	4,024	Rp 2.738.929.883	Rp57.093.997.263
36	Rp68.062.828.216	3,509	Rp 2.387.644.014	Rp59.481.641.277
37	Rp68.062.828.216	3,289	Rp 2.442.774.905	Rp61.924.416.182
38	Rp68.062.828.216	3,184	Rp 2.233.903.697	Rp64.158.319.879
39	Rp68.062.828.216	3,089	Rp 2.442.774.905	Rp66.601.094.784
40	Rp68.062.828.216	2,659	Rp 1.127.801.064	Rp67.728.895.847
41	Rp68.062.828.216	0,393	Rp 94.471.206	Rp68.062.828.216

Actual cost of work performed (ACWP) adalah variabel untuk mengetahui kinerja berdasarkan pengeluaran aktual dari pekerjaan yang telah dikerjakan. Data ini diperoleh langsung dari kontraktor pelaksana. Pada minggu ke-25 didapat dari laporan keuangan mingguan kontraktor yaitu Rp2.723.367.099. Berikut dibawah ini Tabel 4. rekapitulasi laporan keuangan dari minggu ke-1 sampai minggu ke-41.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai (ACWP)

Minggu	ACWP	ACWP Komulatif
1	Rp 828.988.541	Rp 828.988.541
2	Rp 540.543.455	Rp 1.369.531.996
3	Rp1.312.328.000	Rp 2.681.859.996
4	Rp 998.782.931	Rp 3.680.642.927
5	Rp 449.060.204	Rp 4.129.703.131
6	Rp2.754.390.879	Rp 6.884.094.010
7	Rp1.367.934.560	Rp 8.252.028.570
8	Rp1.283.487.240	Rp 9.535.515.810
9	Rp 891.342.145	Rp10.426.857.955
10	Rp 454.267.845	Rp10.881.125.800
11	Rp3.520.243.451	Rp14.401.369.251
12	Rp 792.083.245	Rp15.193.452.496
13	Rp 843.002.344	Rp16.036.454.840
14	Rp 230.980.332	Rp16.267.435.172
15	Rp 0	Rp16.267.435.172
16	Rp2.436.867.230	Rp18.704.302.402
17	Rp 834.546.983	Rp19.538.849.385
18	Rp1.513.344.937	Rp21.052.194.322
19	Rp3.563.834.049	Rp24.616.028.371
20	Rp 792.003.290	Rp25.408.031.661
21	Rp1.832.568.939	Rp27.240.600.600
22	Rp1.483.924.334	Rp28.724.524.934
23	Rp 868.156.893	Rp29.592.681.827
24	Rp1.605.939.343	Rp31.198.621.170
25	Rp2.723.367.099	Rp33.921.988.269
26	Rp2.424.560.399	Rp36.346.548.668
27	Rp3.498.022.367	Rp39.844.571.035
28	Rp 939.225.839	Rp40.783.796.874
29	Rp3.523.032.345	Rp44.306.829.219
30	Rp1.443.444.656	Rp45.750.273.875
31	Rp1.324.934.993	Rp47.075.208.868
32	Rp 892.924.465	Rp47.968.133.333
33	Rp 634.560.345	Rp48.602.693.678
34	Rp1.564.550.223	Rp50.167.243.901
35	Rp1.629.437.883	Rp51.796.681.784
36	Rp3.779.854.967	Rp55.576.536.751
37	Rp2.348.976.008	Rp57.925.512.759
38	Rp 498.887.950	Rp58.424.400.709
39	Rp 878.765.988	Rp59.303.166.697
40	Rp 934.990.234	Rp60.238.156.931
41	Rp 862.893.933	Rp61.101.050.864

3.2.2 Analisa *Schedule Variance* (SV) dan Analisa *Cost Variance* (CV)

Schedule Variance (SV) adalah pengurangan dari *Budgeted cost of work performed* (BCWP) dengan *Budgeted cost of work schedule* (BCWS).

$$\begin{aligned} \text{SV} &= \text{BCWP komulatif minggu ke-25} - \text{BCWS komulatif minggu ke-25} \\ &= \text{Rp}30.033.937.191 - \text{Rp}32.123.372.018 \\ &= -\text{Rp}2.089.434.827 \end{aligned} \quad (3)$$

Cost Variance (CV) adalah *Budgeted Cost of Work Performed* (BCWP) dikurangi dengan *Actual Cost of Work Performed* (ACWP).

$$\begin{aligned} \text{CV} &= \text{BCWP komulatif minggu ke-25} - \text{ACWP komulatif minggu ke-25} \\ &= \text{Rp}30.033.937.191 - \text{Rp}33.921.988.269 \\ &= -\text{Rp}3.888.051.078 \end{aligned} \quad (4)$$

Berikut hasil analisa SV dan CV pada Tabel 5. dibawah ini :

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Analisa SV dan CV

Minggu Ke	SV	CV
	BCWP - BCWS	BCWP - ACWP
1	-Rp 8.859.399	-Rp 828.988.541
2	-Rp 17.718.798	-Rp1.369.531.996
3	-Rp 26.578.196	-Rp2.681.859.996
4	Rp 306.018.320	-Rp3.339.187.011
5	Rp 878.394.400	-Rp3.207.011.737
6	Rp 773.598.638	-Rp5.507.286.716
7	Rp 447.586.652	-Rp6.252.183.449
8	Rp 209.392.120	-Rp6.458.134.861
9	Rp 296.028.353	-Rp5.599.980.726
10	Rp 486.873.088	-Rp4.200.543.789
11	Rp 468.587.201	-Rp6.076.213.080
12	Rp1.030.186.026	-Rp4.643.837.453
13	Rp1.548.461.489	-Rp3.314.563.686
14	Rp2.438.554.527	-Rp2.655.450.979
15	Rp2.438.554.527	-Rp2.655.450.979
16	Rp1.166.940.852	-Rp3.934.600.182
17	Rp1.011.236.743	-Rp2.581.768.230
18	Rp 350.022.236	-Rp2.604.079.932
19	Rp 2.317.029	-Rp4.086.287.485
20	-Rp 77.928.010	-Rp3.049.466.983
21	-Rp 881.981.247	-Rp3.645.046.378
22	-Rp1.396.116.031	-Rp3.711.169.318
23	-Rp1.857.926.427	-Rp3.152.196.841
24	-Rp1.838.069.715	-Rp2.849.339.708
25	-Rp2.089.434.827	-Rp3.888.051.078
26	-Rp1.256.596.104	-Rp3.571.320.074

Minggu Ke	SV	CV
	BCWP - BCWS	BCWP - ACWP
27	-Rp 696.771.828	-Rp4.520.389.525
28	Rp 61.795.907	-Rp2.711.918.988
29	-Rp 42.673.019	-Rp4.350.291.620
30	Rp 28.619.108	-Rp3.438.923.947
31	-Rp 39.131.238	-Rp2.009.356.283
32	Rp 54.427.320	Rp 13.530.813
33	Rp 705.420.441	Rp2.852.216.592
34	Rp 783.324.548	Rp4.187.823.479
35	Rp 735.007.699	Rp5.297.315.479
36	Rp 804.171.994	Rp3.905.104.526
37	Rp 1.108.580.468	Rp3.998.903.423
38	Rp 1.290.366.395	Rp5.733.919.170
39	Rp 1.681.023.530	Rp7.297.928.087
40	Rp 1.072.914.901	Rp7.490.738.916
41	Rp 158.043.313	Rp6.961.777.352
42	Rp 0	Rp 0
43	Rp 0	Rp 0

3.2.3 Cost Performance Index (CPI) dan Schedule Performance Index (SPI)

Cost Performance Index (CPI) adalah *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)* dibagi dengan *Actual Cost of Work Performed (ACWP)*.

$$\begin{aligned}
 \text{CPI} &= \text{BCWP komulatif minggu ke-25} / \text{ACWP komulatif minggu ke-25} \\
 &= \text{Rp30.033.937.191} / \text{Rp33.921.988.269} \\
 &= 0,89
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Schedule Performance Index (SPI) adalah *Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)* dibagi dengan *Budgeted Cost of Work Schedule (BCWS)*.

$$\begin{aligned}
 \text{SPI} &= \text{BCWP komulatif minggu ke-25} / \text{BCWS komulatif minggu ke-25} \\
 &= \text{Rp30.033.937.191} / \text{Rp32.123.372.018} \\
 &= 0,93
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Berikut hasil analisa SPI dan CPI pada Tabel 6. dibawah ini :

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Analisa SPI dan CPI

Minggu	SPI	Keterangan	CPI	Keterangan
1	0,00	Progres Pelaksanaan	0,00	Progres Pelaksanaan
2	0,00	Progres Pelaksanaan	0,00	Progres Pelaksanaan
3	0,00	Progres Pelaksanaan	0,00	Progres Pelaksanaan
4	9,64	Terjadi Percepatan	0,09	Terjadi Kerugian
5	20,83	Terjadi Percepatan	0,22	Terjadi Kerugian
6	2,28	Terjadi Percepatan	0,20	Terjadi Kerugian
7	1,29	Terjadi Percepatan	0,24	Terjadi Kerugian
8	1,07	Terjadi Percepatan	0,32	Terjadi Kerugian

Minggu	SPI	Keterangan	CPI	Keterangan
9	1,07	Terjadi Percepatan	0,46	Terjadi Kerugian
10	1,08	Terjadi Percepatan	0,61	Terjadi Kerugian
11	1,06	Terjadi Percepatan	0,58	Terjadi Kerugian
12	1,11	Terjadi Percepatan	0,69	Terjadi Kerugian
13	1,14	Terjadi Percepatan	0,79	Terjadi Kerugian
14	1,22	Libur Cuti Hari Raya	0,84	Terjadi Kerugian
15	1,22	Libur Cuti Hari Raya	0,84	Terjadi Kerugian
16	1,09	Terjadi Percepatan	0,79	Terjadi Kerugian
17	1,06	Terjadi Percepatan	0,87	Terjadi Kerugian
18	1,02	Terjadi Percepatan	0,88	Terjadi Kerugian
19	1,00	Terjadi Percepatan	0,83	Terjadi Kerugian
20	1,00	Terjadi Percepatan	0,88	Terjadi Kerugian
21	0,96	Terjadi Keterlambatan	0,87	Terjadi Kerugian
22	0,95	Terjadi Keterlambatan	0,87	Terjadi Kerugian
23	0,93	Terjadi Keterlambatan	0,89	Terjadi Kerugian
24	0,94	Terjadi Keterlambatan	0,91	Terjadi Kerugian
25	0,93	Terjadi Keterlambatan	0,89	Terjadi Kerugian
26	0,96	Terjadi Keterlambatan	0,90	Terjadi Kerugian
27	0,98	Terjadi Keterlambatan	0,89	Terjadi Kerugian
28	1,00	Terjadi Percepatan	0,93	Terjadi Kerugian
29	1,00	Terjadi Keterlambatan	0,90	Terjadi Kerugian
30	1,00	Terjadi Keterlambatan	0,92	Terjadi Kerugian
31	1,00	Terjadi Keterlambatan	0,96	Terjadi Kerugian
32	1,00	Terjadi Percepatan	1,00	Terjadi Penghematan
33	1,01	Terjadi Percepatan	1,06	Terjadi Penghematan
34	1,01	Terjadi Percepatan	1,08	Terjadi Penghematan
35	1,01	Terjadi Percepatan	1,10	Terjadi Penghematan
36	1,01	Terjadi Percepatan	1,07	Terjadi Penghematan
37	1,02	Terjadi Percepatan	1,07	Terjadi Penghematan
38	1,02	Terjadi Percepatan	1,10	Terjadi Penghematan
39	1,03	Terjadi Percepatan	1,12	Terjadi Penghematan
40	1,02	Terjadi Percepatan	1,12	Terjadi Penghematan
41	1,00	Terjadi Percepatan	1,12	Terjadi Penghematan
42	0,00	Proyek Selesai	0,00	Proyek Selesai
43	0,00	Proyek Selesai	0,00	Proyek Selesai

3.2.4 *Estimated At Completion* (EAC) dan *Estimated All Schedule* (EAS)

Estimated At Completion (EAC) digunakan untuk memperkirakan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Selanjutnya dilakukan analisa untuk mengetahui biaya sisa yang dibutuhkan menyelesaikan proyek atau *Estimated Time Completion* (ETC).

$$\begin{aligned}
 \text{ETC} &= (\text{Total Anggaran} - \text{BCWP Komulatif Minggu ke-25}) / \text{CPI Minggu ke-25} \\
 &= (\text{Rp}68.062.828.216 - \text{Rp}30.033.937.191) / 0,89 \\
 &= \text{Rp}34.140.839.947
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 \text{EAC} &= \text{ETC Minggu Ke-25} / \text{CPI Minggu ke-25} + \text{ACWP Kumulatif Minggu ke-25} \\
 &= \text{Rp}34.140.839.947 / 0,89 + \text{Rp}33.921.988.269 \\
 &= \text{Rp}72.488.057.584
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Estimated All Schedule (EAS) adalah perkiraan total waktu penyelesaian proyek yang dihitung dengan penjumlahan antara waktu pelaporan dengan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tersisa atau *Estimated Temporary Schedule (ETS)*.

$$\begin{aligned}
 \text{ETS} &= \text{Waktu sisa pelaksanaan proyek} / \text{SPI minggu ke-25} \\
 &= 18 \text{ minggu} / 0,93 \\
 &= 19,252 \text{ minggu} \sim 19 \text{ Minggu}
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 \text{EAS} &= \text{ETS minggu ke-25} + \text{waktu terpakai} \\
 &= 19 + 25 \\
 &= 44 \text{ minggu}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

Berikut hasil analisa ETC, EAC, ETS, dan EAS pada Tabel 7. dibawah ini :

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Analisa ETC, EAC, ETS, dan EAS

Minggu	ETC	EAC	ETS	EAS
1	Rp 0	Rp -	0,000	1,000
2	Rp 0	Rp -	0,000	2,000
3	Rp 0	Rp -	0,000	3,000
4	Rp64.382.185.289	Rp 697.673.115.016	4,048	8,048
5	Rp63.933.125.085	Rp 290.276.109.695	1,824	6,824
6	Rp61.178.734.206	Rp 312.780.321.820	16,210	22,210
7	Rp59.810.799.646	Rp255.051.354.332	27,943	34,943
8	Rp58.527.312.406	Rp190.887.165.783	32,619	40,619
9	Rp57.635.970.261	Rp134.930.143.725	31,915	40,915
10	Rp57.181.702.416	Rp104.016.917.922	30,595	40,595
11	Rp53.661.458.965	Rp107.228.274.743	30,199	41,199
12	Rp52.869.375.720	Rp 91.335.410.777	27,973	39,973
13	Rp52.026.373.376	Rp 81.617.788.386	26,349	39,349
14	Rp51.795.393.044	Rp 78.167.169.011	0,000	14,000
15	Rp 0	Rp 16.267.435.172	0,000	15,000
16	Rp49.358.525.814	Rp 81.211.777.446	24,867	40,867
17	Rp48.523.978.831	Rp 75.450.754.583	24,449	41,449
18	Rp47.010.633.894	Rp 74.698.706.861	24,526	42,526
19	Rp43.446.799.845	Rp 76.710.580.540	23,997	42,997
20	Rp42.654.796.555	Rp 73.880.482.241	23,080	43,080
21	Rp40.822.227.616	Rp 74.369.054.868	22,822	43,822
22	Rp39.338.303.282	Rp 73.899.354.366	22,172	44,172
23	Rp38.470.146.389	Rp 72.649.184.102	21,405	44,405
24	Rp36.864.207.046	Rp 71.767.989.106	20,232	44,232
25	Rp34.140.839.947	Rp 72.482.539.450	19,252	44,252
26	Rp31.716.279.548	Rp 71.518.760.965	17,652	43,652

Minggu	ETC	EAC	ETS	EAS
27	Rp28.218.257.181	Rp 71.673.881.855	16,316	43,316
28	Rp27.279.031.342	Rp 70.005.955.984	14,976	42,976
29	Rp23.755.998.997	Rp 70.649.276.632	14,015	43,015
30	Rp22.312.554.341	Rp 69.876.317.448	12,991	42,991
31	Rp20.987.619.348	Rp 68.998.605.582	12,010	43,010
32	Rp20.094.694.883	Rp 68.057.161.519	10,988	42,988
33	Rp19.460.134.538	Rp 66.984.126.139	9,863	42,863
34	Rp17.895.584.315	Rp 66.684.050.638	8,870	42,870
35	Rp16.266.146.432	Rp 66.553.616.856	7,897	42,897
36	Rp12.486.291.465	Rp 67.243.074.890	6,905	42,905
37	Rp10.137.315.457	Rp 67.408.189.094	5,893	42,893
38	Rp 9.638.427.507	Rp 67.201.428.411	4,899	42,899
39	Rp 8.759.661.519	Rp 67.102.973.427	3,899	42,899
40	Rp 7.824.671.285	Rp 67.197.428.464	2,952	42,952
41	Rp 6.961.777.352	Rp 67.350.745.789	1,995	42,995
42	Rp 0	Rp 0	0,000	42,000
43	Rp 0	Rp 0	27,943	34,943

3.3 Penjadwalan Ulang

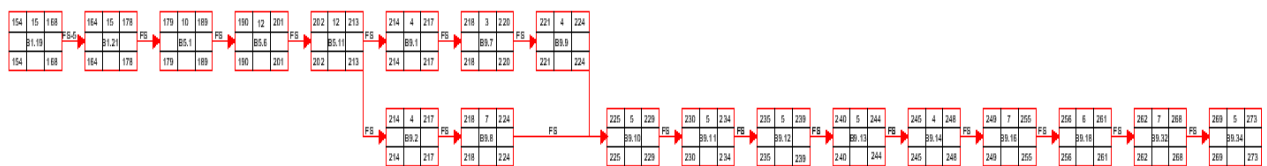
Penjadwalan ulang atau *rescheduling* berfungsi untuk mengalokasikan waktu yang tersedia dalam melaksanakan masing-masing pekerjaan sehingga dapat menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil yang optimal. Berdasarkan analisa metode konsep nilai hasil maka dilakukan penjadwalan ulang. Pada perhitungan *Estimated Temporary Schedule* (ETS) diperoleh perkiraan waktu untuk menyelesaikan proyek tersebut yaitu 19 minggu, dimulai dari minggu ke-25 sampai minggu ke-43, dan dijadikan acuan durasi untuk penjadwalan ulang dengan metode PDM. Pekerjaan yang dilakukan penjadwalan ulang adalah pekerjaan yang memiliki sisa progress >0,005% dan pekerjaan yang memiliki sisa <0,005% dianggap telah selesai.

Tabel 8. Rekapitulasi Bobot Sisa Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Bobot sisa	Biaya Sisa
		%	
1	Pekerjaan Struktur	1,241	Rp 846.114.374
2	Pekerjaan Arsitektur	32,75	Rp 21.869.030.861
3	Pekerjaan Mekanikal Elektrikal	26,71	Rp 18.203.955.677
Total Sisa		60,701	Rp 40.919.100.912

Dari tabel di atas seluruh pekerjaan sisa dengan total 60,72% dengan biaya Rp.40.919.100.912, yang akan dilakukan *rescheduling*. Dalam pembuatan diagram jaringan kerja ini menggunakan bantuan *software Microsoft Project 2019*. Langkah dalam penjadwalan

ulang menggunakan *software Microsoft Project* yaitu memasukkan pekerjaan sisa, selanjutnya memasukkan durasi sisa yang telah didapatkan sebelumnya, kemudian memasukan hubungan logika antar pekerjaan. Pada *Network Diagram* terdapat pekerjaan atau kegiatan kritis yang ditandai dengan kotak merah. Adapun pekerjaan yang dilalui lintasan kritis ini merupakan pekerjaan yang memerlukan perhatian lebih. Hal ini dikarenakan pekerjaan ini memiliki pengaruh yang besar terhadap waktu dari penyelesaian proyek ini. Jika ada salah satu saja pekerjaan yang terlambat maka akan berdampak pada pekerjaan lainnya, yang tentu saja berimbas pada terlambatnya penyelesaian proyek ini secara keseluruhan. Uraian pekerjaan pada lintasa kritis dapat dilihat pada gambar



Gambar 3. Lintasan Kritis

Berikut merupakan jalur kritis pada jaringan kerja minggu ke-25 sampai minggu ke-43 :

- 1) B1.19 – B1.21 – B5.1 – B5.6 – B5.11 – B9.1 – B9.7 – B9.9 – B9.10 - B9.11 - B9.10 – B9.11 – B9.12 – B9.13 – B9.14 – B9.16 – B9.18 – B9.32 – B9.34.
- 2) B1.19 – B1.21 – B5.1 – B5.6 – B5.11 – B9.2 – B9.8 – B9.10 - B9.11 - B9.10 – B9.11 – B9.12 – B9.13 – B9.14 – B9.16 – B9.18 – B9.32 – B9.34

Tabel 9. Lintasan Kritis 1

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	B1.19	Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	15
2	B1.21	Membuat acian semen instan lt.3	15
3	B5.1	Pengecatan dinding easy clean lt.1	12
4	B5.6	Pengecatan dinding easy clean lt.2	12
5	B5.11	Pengecatan dinding easy clean lt.3	10
6	B9.1	Galian tanah pondasi cyclope	4
7	B9.7	Cor rabat beton 1 pc : 3 pc : 5 kr t=50 mm bawah cyclope	3
8	B9.9	Cor pondasi cyclope	4
9	B9.10	Cor sloof 200/300	5
10	B9.11	Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
11	B9.12	Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
12	B9.13	Lantai beton bertulang	5
13	B9.14	Cor plat atap t : 100 mm K300	4
14	B9.16	Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	7
15	B9.18	Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	6
16	B9.32	Cat dinding interior	7
17	B9.34	Cat exposed plafond	5
Total			124

Tabel 10. Lintasan Kritis 2

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	B1.19	Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	15
2	B1.21	Membuat acian semen instan lt.3	15
3	B5.1	Pengecatan dinding easy clean lt.1	12
4	B5.6	Pengecatan dinding easy clean lt.2	12
5	B5.11	Pengecatan dinding easy clean lt.3	10
6	B9.2	Galian tanah pondasi batu kali	4
7	B9.8	Cor rabat beton 1 pc : 3 pc : 5 kr t=100 mm bawah lantai	7
8	B9.10	Cor sloof 200/300	5
9	B9.11	Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
10	B9.12	Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
11	B9.13	Lantai beton bertulang	5
12	B9.14	Cor plat atap t : 100 mm K300	4
13	B9.16	Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	7
14	B9.18	Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	6
15	B9.32	Cat dinding interior	7
16	B9.34	Cat exposed plafond	5
Total			124

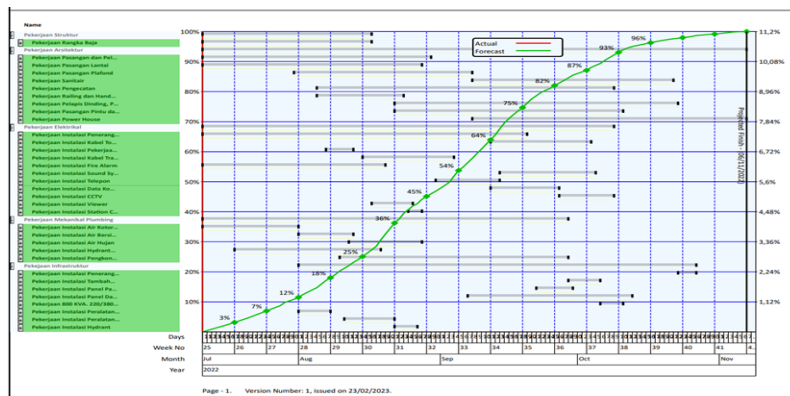
Alternatif lintasan kritis diperoleh dari kegiatan yang sama pada kedua lintasan kritis. Berikut merupakan alternatif lintasan kritis :

B1.19 – B1.21 – B5.1 – B5.6 – B5.11 – B9.1 – B9.7 – B9.9 – B9.10 - B9.11 - B9.10 – B9.11 – B9.12 – B9.13 – B9.14 – B9.16 – B9.18 – B9.32 – B9.34.

Tabel 11. Alternatif Lintasan Kritis untuk Percepatan

No	Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi
1	B1.19	Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	15
2	B1.21	Membuat acian semen instan lt.3	15
3	B5.1	Pengecatan dinding easy clean lt.1	12
4	B5.6	Pengecatan dinding easy clean lt.2	12
5	B5.11	Pengecatan dinding easy clean lt.3	10
6	B9.10	Cor sloof 200/300	5
7	B9.11	Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
8	B9.12	Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	5
9	B9.13	Lantai beton bertulang	5
10	B9.14	Cor plat atap t : 100 mm K300	4
11	B9.16	Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	7
12	B9.18	Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	6
13	B9.32	Cat dinding interior	7
14	B9.34	Cat exposed plafond	5

Setelah mengetahui jaringan kerja PDM dan *critical line* proyek, kemudian dibuatlah Kurva “S” dengan durasi serta hubungan logika pekerjaan yang baru.



Gambar 4. Kurva “S” Reshedule

3.4 Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode *Crashing*

Sebelum dilakukan *Crashing* perlu menghitung kebutuhan *resource* pada salah satu pekerjaan, berikut perhitungan kebutuhan *resource* pada pekerjaan B5.11 Pengecatan dinding easy clean lt.3 dibawah ini :

Volume pekerjaan = 4.157 m²

Durasi normal (Dn) = 10 hari

Produktivitas perhari = 415,7 m²/hari

Tabel 12. Kebutuhan *resource* perhari dengan durasi normal

No	Resource	Koefisien	Volume/hari	Kebutuhan Pekerja
	1	2	3	4 = 2*3
1	Pekerja	0,02	415,7	8,31 dibulatkan 9
2	Tukang Cat	0,063	415,7	26,19 dibulatkan 27
3	Kepala Tukang	0,0063	415,7	2,62 dibulatkan 3
4	Mandor	0,003	415,7	1,25 dibulatkan 2

Tabel 13. Upah *resource* durasi normal

No	Resource	Durasi (Dn)	Upah Harian	Jumlah
	1	2	3	4 = 2*3
1	Pekerja	10	Rp 102.000	Rp 9.180.000,00
2	Tukang Cat	10	Rp 110.000	Rp 29.700.000,00
3	Kepala Tukang	10	Rp 129.000	Rp 3.870.000,00
4	Mandor	10	Rp 136.000	Rp 2.720.000,00
Total				Rp 45.470.000,00

1) Volume Pekerjaan = 4157 m²

2) Durasi normal (Dn) = 10 hari

3) Produktivitas perhari = 415,7 m²/hari

4) Jam kerja normal perhari = 7 jam

5) Jumlah *Resource*

- a. Pekerja = 9 orang
- b. Tukang Cat = 27 orang
- c. Kepala Tukang = 3 orang
- d. Mandor = 2 orang

6) Produktivitas *Resource*

- a. Pekerja = $415,7 / 9 = 46,19 \text{ m}^2$
- b. Tukang Cat = $415,7 / 27 = 15,40 \text{ m}^2$
- c. Kepala Tukang = $415,7 / 3 = 138,57 \text{ m}^2$
- d. Mandor = $415,7 / 2 = 207,85 \text{ m}^2$

7) Produktivitas normal per jam

- a. Pekerja = $46,19 / 7 = 6,60 \text{ m}^2/\text{jam}$
- b. Tukang Cat = $15,40 / 7 = 2,20 \text{ m}^2/\text{jam}$
- c. Kepala Tukang = $138,57 / 7 = 19,80 \text{ m}^2/\text{jam}$
- d. Mandor = $207,85 / 7 = 29,69 \text{ m}^2/\text{jam}$

8) Produktivitas normal 3 jam

- a. Pekerja = $6,60 \times 3 = 19,80 \text{ m}^2/\text{jam}$
- b. Tukang Cat = $2,20 \times 3 = 6,60 \text{ m}^2/\text{jam}$
- c. Kepala Tukang = $19,80 \times 3 = 53,39 \text{ m}^2/\text{jam}$
- d. Mandor = $29,69 \times 3 = 89,08 \text{ m}^2/\text{jam}$

9) Produktivitas lembur jam ke 1

- a. Pekerja = $6,60 \times 1,1 = 6 \text{ m}^2/\text{jam}$
- b. Tukang Cat = $2,20 \times 1,1 = 2 \text{ m}^2/\text{jam}$
- c. Kepala Tukang = $19,80 \times 1,1 = 18 \text{ m}^2/\text{jam}$
- d. Mandor = $29,69 \times 1,1 = 26,99 \text{ m}^2/\text{jam}$

10) Produktivitas lembur jam ke 2

- a. Pekerja = $6,60 \times 1,2 = 5,50 \text{ m}^2/\text{jam}$
- b. Tukang Cat = $2,20 \times 1,2 = 1,83 \text{ m}^2/\text{jam}$
- c. Kepala Tukang = $19,80 \times 1,2 = 16,50 \text{ m}^2/\text{jam}$
- d. Mandor = $29,69 \times 1,2 = 24,74 \text{ m}^2/\text{jam}$

11) Produktivitas lembur jam ke 3

- a. Pekerja = $6,60 \times 1,3 = 5,08 \text{ m}^2/\text{jam}$
- b. Tukang Cat = $2,20 \times 1,3 = 1,69 \text{ m}^2/\text{jam}$

$$\text{c. Kepala Tukang} = 19,80 \times 1,3 = 15,23 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{d. Mandor} = 29,69 \times 1,3 = 22,84 \text{ m}^2/\text{jam}$$

12) Produktivitas lembur 3 jam

$$\text{a. Pekerja} = 6 + 5,5 + 5,08 = 16,57 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{b. Tukang Cat} = 2 + 1,83 + 1,69 = 5,52 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = 18 + 16,50 + 15,23 = 49,72 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{d. Mandor} = 26,99 + 24,74 + 22,84 = 74,58 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$13) \text{ Efektivitas tenaga kerja} = \frac{\text{produktivitas lembur 3 jam}}{\text{produktivitas normal 3 jam}} \times 100 \% \quad (11)$$

$$\text{a. Pekerja} = \frac{16,57}{19,80} \times 100 = 83,72 \%$$

$$\text{b. Tukang Cat} = \frac{5,52}{6,60} \times 100 = 83,72 \%$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = \frac{49,72}{59,39} \times 100 = 83,72 \%$$

$$\text{d. Mandor} = \frac{74,58}{89,08} \times 100 = 83,72 \%$$

$$14) \text{ Penurunan Produktifitas} = 100 \% - 83,72 \% = 16,28 \%$$

$$15. \text{ Durasi Crashing} = \frac{(Dn \times h)}{(h + (ho \times e))} \quad (12)$$

$$= \frac{(10 \times 7)}{(7 + (3 \times 0,83))}$$

$$= 7,37 \sim 8 \text{ hari}$$

Contoh perhitungan pada pekerjaan B5.11 Pengecatan dinding easy clean lt.3, diperoleh durasi *crashing* maksimal 8 hari atau dapat dipercepat 2 hari dari durasi normal.

Tabel 14. Durasi *Crashing* Penambahan 3 Jam Kerja (Lembur)

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi		di = dn-dc
		Normal	Crashing	
B1.19	Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	15	13	2
B1.21	Membuat acian semen instan lt.3	15	13	2
B5.1	Pengecatan dinding easy clean lt.1	12	10	2
B5.6	Pengecatan dinding easy clean lt.2	12	10	2
B5.11	Pengecatan dinding easy clean lt.3	10	8	2
B9.10	Cor sloof 200/300	5	3	2
B9.11	Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	5	3	2
B9.12	Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	5	3	2
B9.13	Lantai beton bertulang	5	3	2
B9.14	Cor plat atap t : 100 mm K300	4	2	2
B9.16	Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	7	5	2
B9.18	Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	6	4	2
B9.32	Cat dinding interior	7	5	2

B9.34	Cat exposed plafond	5	3	2
-------	---------------------	---	---	---

3.4.1 Menentukan Biaya *Crashing* Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Jam kerja pada durasi normal adalah 8 jam (08.00-16.00), waktu istirahat 1 jam (12.00-13.00), sementara itu penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam dilaksanakan setelah jam kerja durasi normal dan istirahat setengah jam (16.00-19.30). Standar upah penambahan jam kerja diatur dalam keputusan Menteri KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, dan pasal 11. Penambahan 3 jam kerja (lembur) digunakan untuk percepatan penelitian ini, berikut contoh perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk lembur.

Tabel 15. Biaya *Crashing* Pekerjaan Pengecatan Dinding Easy Clean lt.3

Resource	Jumlah Resource	Durasi (Dc)	Upah	Upah Lembur 3 jam	Jumlah
1	2	3	4	5	6 = (4+5)*2*3
Pekerja	9	8	Rp 102.000	Rp 80.140	Rp 13.114.080
Tukang Cat	27	8	Rp 110.000	Rp 86.427	Rp 42.428.232
Kepala Tukang	3	8	Rp 129.000	Rp 101.975	Rp 5.543.400
Mandor	2	8	Rp 136.000	Rp 106.854	Rp 3.885.664
Total Biaya					Rp 64.971.376

$$\begin{aligned}
 \text{Incremental Cost (Ic)} &= \text{Crash Cost (Cc)} - \text{Normal Cost (Nc)} \\
 &= \text{Rp } 64.971.376 - \text{Rp } 45.470.000,00 \\
 &= \text{Rp } 19.501.376,00.
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dengan penambahan 3 jam kerja, berikut total biaya pekerjaan pada lintasan kritis :

Tabel 16. Total Biaya Pekerjaan yang di *Crashing*

Uraian Pekerjaan	Normal		Crashing		Incremental Cost (Ic = Nc-Cc)
	Durasi (Dn)	Biaya (Nc)	Durasi (Dc)	Biaya (Cc)	
B1.19 Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	15	Rp114.450.000	13	Rp 177.138.624	Rp 62.688.624
B1.21 Membuat acian semen instan lt.3	15	Rp225.585.000	13	Rp 349.155.469	Rp 123.570.469
B5.1 Pengecatan dinding easy clean lt.1	12	Rp 42.564.000	10	Rp 63.357.260	Rp 20.793.260
B5.6 Pengecatan dinding easy clean lt.2	12	Rp 49.380.000	10	Rp 73.500.010	Rp 24.120.010
B5.11 Pengecatan dinding easy clean lt.3	10	Rp 45.470.000	8	Rp 64.971.376	Rp 19.501.376
B9.10 Cor sloof 200/300	5	Rp 21.060.000	3	Rp 22.567.728	Rp 1.507.728
B9.11 Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	5	Rp 14.985.000	3	Rp 16.057.017	Rp 1.072.017
B9.12 Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	5	Rp 38.555.000	3	Rp 41.313.984	Rp 2.758.984
B9.13 Lantai beton bertulang	5	Rp 16.005.000	3	Rp 17.149.857	Rp 1.144.857

B9.14 Cor plat atap t : 100 mm K300	4	Rp 17.632.000	2	Rp 18.148.642	Rp 516.642
B9.16 Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	7	Rp 18.501.000	5	Rp 23.600.985	Rp 5.099.985
B9.18 Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	6	Rp 16.050.000	4	Rp 19.109.380	Rp 3.059.380
B9.32 Cat dinding interior	7	Rp 7.903.000	5	Rp 10.083.355	Rp 2.180.355
B9.34 Cat exposed plafond	5	Rp 6.035.000	3	Rp 6.467.850	Rp 432.850

Setelah itu dilakukan perhitungan terhadap biaya penerangan selama percepatan penambahan 3 jam kerja, berikut dibawah ini biaya listrik total akibat lembur :

Tabel 17. Biaya Listrik Total Akibat Lembur

Uraian Kegiatan	Dc	Biaya Listrik Selama Crashing	Total Penamabahan Biaya
B1.19 Memasang dinding bata ringan 200 x 600 x 100 mm lt.3	13	Rp 91,541	Rp5.141.091,541
B1.21 Membuat acian semen instan lt.3	13	Rp 91,541	Rp5.141.183,082
B5.1 Pengecatan dinding easy clean lt.1	10	Rp 70,416	Rp5.141.253,498
B5.6 Pengecatan dinding easy clean lt.2	10	Rp 70,416	Rp5.141.323,914
B5.11 Pengecatan dinding easy clean lt.3	8	Rp 56,333	Rp5.141.380,246
B9.10 Cor sloof 200/300	3	Rp 21,125	Rp5.141.401,371
B9.11 Kolom praktis 150/150 1 pc : 2 ps : 3 kr	3	Rp 21,125	Rp5.141.422,496
B9.12 Balok lateui 120/120 1 pc : 2 ps : 3 kr	3	Rp 21,125	Rp5.141.443,621
B9.13 Lantai beton bertulang	3	Rp 21,125	Rp5.141.464,746
B9.14 Cor plat atap t : 100 mm K300	2	Rp 14,083	Rp5.141.478,829
B9.16 Pasangan dinding 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	5	Rp 35,208	Rp5.141.514,037
B9.18 Plesteran 1/2 bata 1 pc : 6 ps - Bata Ringan	4	Rp 28,166	Rp5.141.542,203
B9.32 Cat dinding interior	5	Rp 35,208	Rp5.141.577,411
B9.34 Cat exposed plafond	3	Rp 21,125	Rp5.141.598,536

3.5 Analisa Biaya Langsung dan Tidak Langsung Akibat *Crashing*

Pada perhitungan *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) terjadi biaya upah tambahan yang akan berpengaruh pada biaya langsung (*Direct Cost*) sehingga biaya yang dikeluarkan akan semakin banyak serta berpengaruh pada biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) sehingga biaya yang dikeluarkan berkurang.

3.5.1 Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung merupakan biaya yang tidak melekat pada hasil akhir suatu proyek namun merupakan biaya yang diambil oleh pelaksanaan proyek tersebut (Siswanto & Salim, 2019).

1) Biaya Tidak Langsung Durasi Normal

Tabel 18. Biaya Tidak Langsung Durasi Normal

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Durasi Normal	Jumlah
1.	Gaji Karyawan				
	Project Manager	1	Rp 322.581	124	Rp 40.000.000
	Site Manager	1	Rp 258.065	124	Rp 32.000.000
	Pelaksana	1	Rp 193.548	124	Rp 24.000.000
	Staff Kantor	8	Rp 177.419	124	Rp 176.000.000
	Penjaga	1	Rp 80.645	124	Rp 10.000.000
2	Uang makan	12	Rp 15.000	124	Rp 22.320.000
3	Alat Tulis		Rp 500.000	4,5	Rp 2.250.000
Jumlah					Rp 306.570.000

2) Biaya Tidak Langsung Durasi *Crashing*

Tabel 19. Biaya Tidak Langsung Durasi Normal

No	Uraian	Vol	Harga Satuan	Durasi Normal	Jumlah
1.	Gaji Karyawan				
	Project Manager	1	Rp 322.581	113	Rp 36.451.613
	Site Manager	1	Rp 258.065	113	Rp 29.161.290
	Pelaksana	1	Rp 193.548	113	Rp 21.870.968
	Staff Kantor	8	Rp 177.419	113	Rp 160.387.097
	Penjaga	1	Rp 80.645	113	Rp 9.112.903
2	Uang makan	12	Rp 15.000	113	Rp 20.340.000
3	Alat Tulis		Rp 500.000	113	Rp 56.500.000
Jumlah					Rp 333.823.871

3.5.2 Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung merupakan semua biaya yang melekat untuk penyelesaian suatu proyek. Biaya pada saat terjadinya percepatan dengan penambahan jam kerja (Lembur) terdapat pada biaya langsung (Siswanto & Salim, 2019). Berikut tabel rekapitulasi hasil perhitungan biaya langsung:

Tabel 20. Rekapitulasi Biaya Langsung

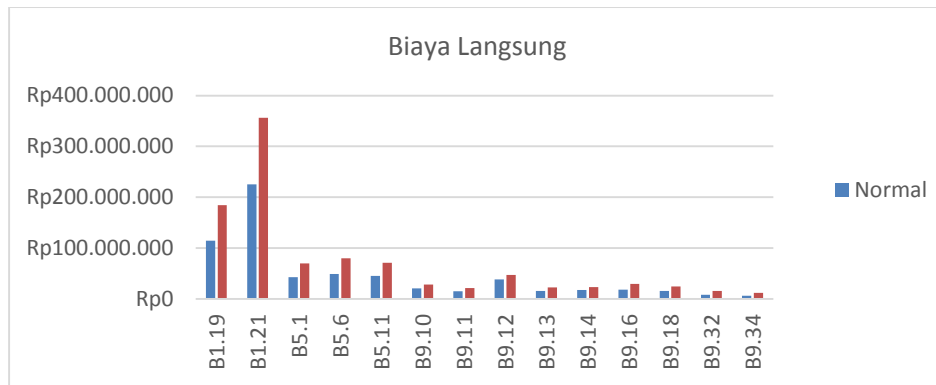
Kode	Biaya Langsung Normal	Biaya Langsung Percepatan			
	Total Upah (Cn)	Total Upah (Cc)	Biaya Pengerangan	Biaya Lembur Manajemen	Total Biaya Lembur
B1.19	Rp114.450.000	Rp177.138.624	Rp5.141.092	Rp1.976.962	Rp184.256.678

B1.21	Rp225.585.000	Rp349.155.469	Rp5.141.092	Rp1.976.962	Rp356.273.523
B5.1	Rp42.564.000	Rp63.357.260	Rp5.141.070	Rp1.520.740	Rp70.019.070
B5.6	Rp49.380.000	Rp73.500.010	Rp5.141.070	Rp1.520.740	Rp80.161.820
B5.11	Rp45.470.000	Rp64.971.376	Rp5.141.056	Rp1.216.592	Rp71.329.024
B9.10	Rp21.060.000	Rp22.567.728	Rp5.141.021	Rp456.222	Rp28.164.971
B9.11	Rp14.985.000	Rp16.057.017	Rp5.141.021	Rp456.222	Rp21.654.260
B9.12	Rp38.555.000	Rp41.313.984	Rp5.141.021	Rp456.222	Rp46.911.227
B9.13	Rp16.005.000	Rp17.149.857	Rp5.141.021	Rp456.222	Rp22.747.100
B9.14	Rp17.632.000	Rp18.148.642	Rp5.141.014	Rp304.148	Rp23.593.804
B9.16	Rp18.501.000	Rp23.600.985	Rp5.141.035	Rp760.370	Rp29.502.390
B9.18	Rp16.050.000	Rp19.109.380	Rp5.141.028	Rp608.296	Rp24.858.704
B9.32	Rp7.903.000	Rp10.083.355	Rp5.141.035	Rp760.370	Rp15.984.760
B9.34	Rp6.035.000	Rp6.467.850	Rp5.141.021	Rp456.222	Rp12.065.093

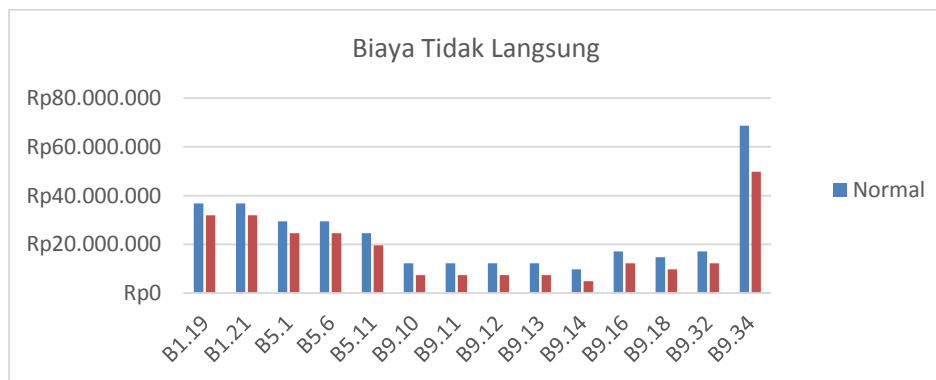
Tabel 21. Rekapitulasi Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Kode	Biaya Langsung Normal	Biaya Langsung Crashing	Biaya Tidak Langsung Normal	Biaya Tidak Langsung Crashing	Selisih Biaya Langsung	Selisih Biaya Tidak Langsung
B1.19	Rp114.450.000	Rp184.256.678	Rp36.812.903	Rp31.904.516	Rp69.806.678	-Rp4.908.387
B1.21	Rp225.585.000	Rp356.273.523	Rp36.812.903	Rp31.904.516	Rp130.688.523	-Rp4.908.387
B5.1	Rp42.564.000	Rp70.019.070	Rp29.450.323	Rp24.541.935	Rp27.455.070	-Rp4.908.387
B5.6	Rp49.380.000	Rp80.161.820	Rp29.450.323	Rp24.541.935	Rp30.781.820	-Rp4.908.387
B5.11	Rp45.470.000	Rp71.329.024	Rp24.541.935	Rp19.633.548	Rp25.859.024	-Rp4.908.387
B9.10	Rp21.060.000	Rp28.164.971	Rp12.270.968	Rp7.362.581	Rp7.104.971	-Rp4.908.387
B9.11	Rp14.985.000	Rp21.654.260	Rp12.270.968	Rp7.362.581	Rp6.669.260	-Rp4.908.387
B9.12	Rp38.555.000	Rp46.911.227	Rp12.270.968	Rp7.362.581	Rp8.356.227	-Rp4.908.387
B9.13	Rp16.005.000	Rp22.747.100	Rp12.270.968	Rp7.362.581	Rp6.742.100	-Rp4.908.387
B9.14	Rp17.632.000	Rp23.593.804	Rp9.816.774	Rp4.908.387	Rp5.961.804	-Rp4.908.387
B9.16	Rp18.501.000	Rp29.502.390	Rp17.179.355	Rp12.270.968	Rp11.001.390	-Rp4.908.387
B9.18	Rp16.050.000	Rp24.858.704	Rp14.725.161	Rp9.816.774	Rp8.808.704	-Rp4.908.387
B9.32	Rp7.903.000	Rp15.984.760	Rp17.179.355	Rp12.270.968	Rp8.081.760	-Rp4.908.387
B9.34	Rp6.035.000	Rp12.065.093	Rp68.770.968	Rp49.862.581	Rp6.030.093	-Rp18.908.387

Biaya langsung terjadi peningkatan biaya karena adanya percepatan penambahan jam kerja (lembur), sedangkan pada biaya tidak langsung terjadi penurunan ketika adanya percepatan. Untuk dapat mempermudah melihat hal tersebut maka disajikan grafik dibawah ini:



Gambar 1. Kenaikan Biaya Langsung



Gambar 2. Penurunan Biaya Tidak Langsung

3.6 Analisa Waktu dan Biaya Akhir Proyek Setelah Percepatan

Hasil analisa dan pembahasan optimasi waktu dan biaya pembangunan Proyek Gedung Farmasi UNWAHAS Tahun Anggaran 2022 diperoleh pengurangan durasi karena adanya *crashing* penambahan jam kerja (Lembur) dan peningkatan biaya akibat *crashing*. Diperoleh biaya keseluruhan untuk menyelesaikan proyek tersebut dengan durasi *crashing* sebesar Rp 68.333.458.223 selisih biaya Rp 270.630.006 dari BAC awal.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

- 1) Realisasi pelaksanaan proyek pembangunan Gedung Fakultas Farmasi UNWAHAS Semarang belum sesuai rencana. Hasil evaluasi pada saat pelaksanaan proyek minggu ke-25, proyek mengalami keterlambatan dengan performa -3,070% dari bobot rencana mingguan ke-25 sebesar 47,197% dan bobot realisasi pada minggu ke-25 sebesar 44,127%.
- 2) Hasil evaluasi pada saat pelaksanaan proyek minggu ke-25, proyek mengalami keterlambatan dengan performa -3,070%. Proses analisa lanjutan menggunakan metode nilai hasil menghasilkan *Cost Varians* (CV) sebesar (-) Rp3.888.051.078, *Schedule Variance* (SV) sebesar (-) Rp 2.089.434.827, (CPI) sebesar 0,89, (SPI) sebesar 0,93,

Estimated Time Completion (ETC) sebesar Rp 34.140.839.947, *Estimated All Completion* (EAC) sebesar Rp 72.488.057.584, *Estimate Temporary Schedule* (ETS) dengan waktu sisa 19 minggu dan *Estimate All Schedule* (EAS) dengan waktu penyelesaian 44 minggu.

- 3) Optimasi waktu serta biaya menggunakan metode crashing dengan menambah jam lembur 3 jam (Lembur) dapat memperpendek durasi total sebanyak 28 hari atau durasi total menjadi 85 hari dari yang semula 113 hari. BAC awal sebesar Rp 68.062.828.216,39 dengan BAC baru durasi *crashing* Rp 68.333.458.223 dengan selisih biaya Rp 270.630.006 dari BAC awal.

4.2 Saran

- 1) Perlu dilakukan pengawasan pada pelaksanaan proyek terutama pada kegiatan kritis dan produktivitas tenaga kerja agar memaksimalkan progres pelaksanaan proyek.
- 2) Penelitian dengan topik pengendalian waktu dan biaya dengan menggunakan metode konsep Nilai Hasil dan PDM selanjutnya diharap bisa menambahkan beberapa variabel lagi supaya opsi optimasi bisa lebih banyak.
- 3) Penelitian dengan topik optimasi selanjutnya khususnya menggunakan metode crashing disarankan menambahkan perhitungan menggunakan sistim shift kerja agar lebih memperbanyak referensi pemilihan pengendalian waktu dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Djaelani, M., & Retnowati, E. (2022). Pengaruh Pengawasan Kerja Dan Penerapan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Pekerja Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Satyagraha*, 5(2), 32–38. <https://doi.org/10.47532/jis.v5i2.481>
- Firmansyah, R. (2017). *Evaluation Time And Costs Of Building Renovation Project BPJS Surakarta (Study Case: BPJS Main Office in Surakarta Central Java)*.
- Kistiani, F. (2015). Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value). *Jurnal Teknik*, 7(4), 671–675.
- Proboyo, B. (1999). Keterlambatan waktu pelaksanaan proyek klasifikasi dan peringkat dari penyebab-penyebabnya. *Civil Engineering Dimension*, 1(1), 46–58.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi* (H. A. Rani (ed.)). Deepublish. <https://www.researchgate.net/publication/316081639>
- Sahid, M. N. (2017). *Teknik Pelaksanaan Kontruksi Bangunan*. Muhammadiyah University Press.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen proyek Manajemen proyek* (Issue November 2019).
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konsep sampai Operasional)* (Edisi Kedua). Erlangga.

- Sudarsana, D. K. (2008). *Pengendalian Biaya Dan Jadwal Terpadu Pada Integrated Cost And Schedule Control In Pendahuluan Pengendalian Merupakan Salah Satu Fungsi Dari Manajemen Proyek Yang Bertujuan Agar Pekerjaan-Pekerjaan Dapat Berjalan Mencapai Sasaran Tanpa Banyak Penyimpangan*. 12(2), 117–125.
- Sudipta, I. G. K. (2017). Penanganan Risiko Pembengkakan Biaya Pada Proyek Konstruksi Di Kabupaten Jembrana. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 130.