

OPTIMASI PENJADWALAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL DENGAN MEMPERHITUNGKAN ALIRAN KAS

Yessy¹ dan Onnyxiforus Gondokusumo²

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
yessy.yessy1999@gmail.com

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
onnyxiforusg@ft.untar.ac.id

Masuk: 13-01-2024, revisi: 07-03-2024, diterima untuk diterbitkan: 10-03-2024

ABSTRACT

Efficient cash flow management has become one of the key factors enabling contractors to achieve maximum profits. The interrelation between project schedules and cash flow is a crucial element that contractors need to leverage to avoid project delays that could potentially increase financial burdens. The period between project cost expenditures exceeding the performance payment by the contractor may result in a cash shortfall, posing a challenge to overcome. This research aims to optimize project scheduling with a specific focus on construction projects in South Tangerang, with efforts to minimize the impact of negative cash flow while maintaining a fixed project duration. The method applied in this research utilizes the Critical Path Method (CPM), allowing for the identification of non-critical activities and utilizing the total float of non-critical activities to achieve optimal cash flow. Additionally, this study implements linear programming using the solver add-in in Microsoft Excel. The contribution of this research lies in exploring the integration of CPM in construction project management, particularly in construction projects in South Tangerang. The research results indicate that by identifying non-critical activities and utilizing float, contractors can reduce the impact of negative cash flow, optimize scheduling, and minimize funding needs at certain stages. This approach provides a solution to decrease negative cash flow by 15.79% while maintaining a fixed project duration.

Keywords: critical path method; scheduling; optimizing; cash flow; total float

ABSTRAK

Pengelolaan arus kas yang efisien menjadi salah satu faktor kunci yang memungkinkan kontraktor meraih keuntungan maksimal. Keterkaitan antara jadwal proyek dan arus kas menjadi elemen yang sangat penting dan perlu dimanfaatkan oleh kontraktor guna menghindari keterlambatan proyek yang berpotensi meningkatkan beban keuangan. Periode antara pengeluaran biaya proyek lebih besar dari pembayaran hasil prestasi oleh kontraktor mungkin mengakibatkan kekurangan kas, sehingga menjadi sebuah tantangan dalam mengatasi hal tersebut. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan proyek dengan fokus khusus pada proyek konstruksi di Tangerang Selatan, dengan upaya meminimalkan dampak arus kas negatif dengan durasi proyek tetap. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan *Critical Path Method* (CPM), yang memungkinkan identifikasi kegiatan non kritis dan memanfaatkan total *float* dari kegiatan non kritis untuk mendapatkan aliran kas yang optimal. Penelitian ini juga mengimplementasikan metode program linear dengan menggunakan bantuan *solver add-in* pada *microsoft excel*. Kontribusi penelitian ini terletak pada eksplorasi integrasi CPM dalam manajemen proyek konstruksi, terutama pada proyek Konstruksi di Tangerang Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan mengidentifikasi kegiatan non kritis dan memanfaatkan float, kontraktor dapat mengurangi dampak arus kas negatif, mengoptimalkan penjadwalan, serta meminimalkan kebutuhan pendanaan pada tahapan tertentu. Pendekatan ini memberikan solusi penurunan arus kas negatif sebesar 15.79% dengan durasi proyek tetap.

Kata kunci: metode jalur kritis; penjadwalan; optimasi, arus kas; total *float*

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Proyek konstruksi memiliki tingkat ketidakpastian tinggi yang berdampak pada risiko serius, terutama dalam estimasi biaya. Pada tahap awal, informasi proyek terbatas sehingga mengatasi ketidakpastian menjadi hal yang penting untuk kelangsungan kontraktor dalam lingkungan yang kompetitif. Pengelolaan arus kas yang efisien menjadi faktor utama dalam memungkinkan kontraktor untuk memaksimalkan keuntungan. Memperkirakan arus kas telah lama menjadi sebuah tantangan. Penelitian yang dilakukan oleh Mahamid (2012) menunjukkan bahwa buruknya arus kas dan

estimasi adalah penyebab utama kegagalan kontraktor. Temuan ini menekankan pentingnya pemahaman yang mendalam dalam merencanakan arus kas seiring dengan kebutuhan untuk melakukan estimasi yang tepat dalam perusahaan konstruksi. Enshassi et.al. (2006) juga mengungkapkan bahwa kegagalan dalam mengelola arus kas merupakan salah satu faktor utama dari 10 faktor penyebab kegagalan bisnis kontraktor di negara berkembang. Dengan mengetahui pentingnya pemahaman tentang arus kas bukan hanya berguna untuk kelancaran proyek, tetapi juga kunci dalam mengatasi risiko dan mencegah potensi kegagalan.

Selain itu, pentingnya keterkaitan antara jadwal proyek dan pembiayaan sangat ditekankan untuk menghindari keterlambatan dalam penyelesaian proyek karena keterlambatan proyek dapat berpotensi mengakibatkan beban keuangan yang signifikan. Secara umum, dalam proyek konstruksi, ada periode tertentu antara pengeluaran biaya proyek oleh kontraktor dan penerimaan pembayaran progres dari pemilik proyek yang dapat menghasilkan kekurangan kas sehingga kontraktor memerlukan pendanaan tambahan. Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba memberikan solusi agar kontraktor dapat mengurangi dampak *cash flow* negatif dengan melakukan optimasi terhadap jadwal yang mempertimbangkan aliran kas (Lee et al., 2012). Dalam artikel ilmiah ini, akan dibahas dan ditemukan penjadwalan yang optimal dengan mengoptimalkan jadwal proyek dan mempertimbangkan aliran kas pada proyek perumahan di Tangerang Selatan.

Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas fokus utama dalam artikel ilmiah ini adalah menentukan penjadwalan yang paling optimal pada proyek konstruksi di Tangerang Selatan yang paling optimum dengan meminimalkan *cash flow* negatif.

Penjadwalan

Kelancaran implementasi proyek sangat tergantung pada tingkat ketepatan jadwal. Perencanaan jadwal proyek memiliki peran dalam mencegah lonjakan biaya tak terduga, keterlambatan proyek, dan munculnya klaim (Widiasanti dan Lenggogeni, 2013). Metode jalur kritis atau CPM merupakan teknik yang biasa digunakan dalam proses penjadwalan. Metode yang berbasis jaringan dan menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear, memungkinkan identifikasi jalur kritis pada aktivitas dengan mempertimbangkan ketergantungan antar aktivitas. Sehingga, penerapan metode jalur kritis tidak hanya membantu menjaga konsistensi jadwal, tetapi juga memitigasi risiko-risiko yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek. Jalur kritis menentukan waktu penyelesaian proyek. Aktivitas-aktivitas dalam jalur kritis perlu diperhatikan khusus agar dipastikan pelaksanaannya tepat waktu (Safitri et al., 2019). Terdapat lima langkah dalam menerapkan metode jalur kritis (Atin dan Lubis, 2019):

- mengidentifikasi semua aktivitas proyek
- menghitung waktu maju
- menghitung waktu mundur
- menghitung *float*
- membuat diagram jaringan

Project Cash Flow

Arus kas dalam proyek konstruksi, menurut Ikatan Akuntan Indonesia (Wirahman et al., 2015) berperan penting dalam perencanaan dan pengendalian finansial. Arus kas ini mencakup aliran masuk dan keluar kas atau setara kas yang bersifat sangat likuid dan berjangka pendek. Alavipour dan Arditi (2018) menyebutkan tiga karakteristik arus kas dalam perusahaan konstruksi, termasuk pembebasan uang tunai hanya sekali per periode, retensi pembayaran oleh pemilik proyek, dan kemampuan perusahaan konstruksi untuk menunda beberapa biaya terkait konstruksi.

Optimasi

Optimasi merupakan tahap pokok dan diperlukan dalam proses perancangan dan perencanaan (Meredith et al., 1992). Setelah tujuan ditetapkan secara seksama dan batasan awal telah ditentukan, model optimasi dibuat untuk mencapai karakteristik sasaran dan tujuan. Model-model ini dapat berbentuk grafik ataupun matematis. Umumnya, keberhasilan optimasi tergantung pada kemampuan perencana untuk:

- Menyusun urutan hierarki tujuan, sasaran, dan kriteria
- Menetapkan sistem nilai yang menentukan prioritas dan preferensi

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Lokasi proyek pembangunan konstruksi berada di Kawasan Serpong Utara, Tangerang Selatan. Proyek ini akan terdiri dari satu *cluster* dengan berbagai tipe rumah yang berbeda. Dalam artikel ilmiah ini, dipilih satu jenis tipe rumah dari

salah satu *cluster* yang akan dibangun di lokasi proyek. Tipe rumah yang dipilih merupakan rumah dua (2) lantai dengan luas bangunan 75 m² dan luas tanah 66 m².

Langkah penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah yaitu:

Langkah pertama adalah membaca informasi penjadwalan dari data penelitian (durasi, biaya langsung dan *predecessors*). Setelah itu, menghitung durasi proyek menggunakan metode jalur kritis atau CPM. Metode CPM diterapkan agar dapat diketahui hasil perhitungan berupa total *float* setiap kegiatan dan tergambarkan dalam bentuk jaringan kerja. Hasil keluaran berupa total durasi proyek, waktu tambahan yang dapat dialokasikan pada suatu aktivitas tanpa mempengaruhi penyelesaian proyek (total *float*) setiap pekerjaan, waktu tercepat mulai setiap kegiatan, waktu tercepat selesai setiap kegiatan dan sebaliknya.

Langkah kedua adalah memasukkan data biaya langsung, biaya *overhead* tetap, biaya *variable overhead*, mobilisasi, *mark up* untuk menghitung biaya kontrak, memasukan ketentuan kontrak, menghitung *cash out flow* dan menghitung *cash in flow*.

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah melakukan optimasi pada jadwal proyek dengan tujuan mencapai nilai minimum untuk *cumulative finance*, tanpa mengubah durasi proyek. Proses ini melibatkan serangkaian iterasi yang dijalankan oleh *solver*. Tujuannya adalah mendapatkan jadwal proyek yang optimal dengan nilai *kumulatif finance* yang minimum.

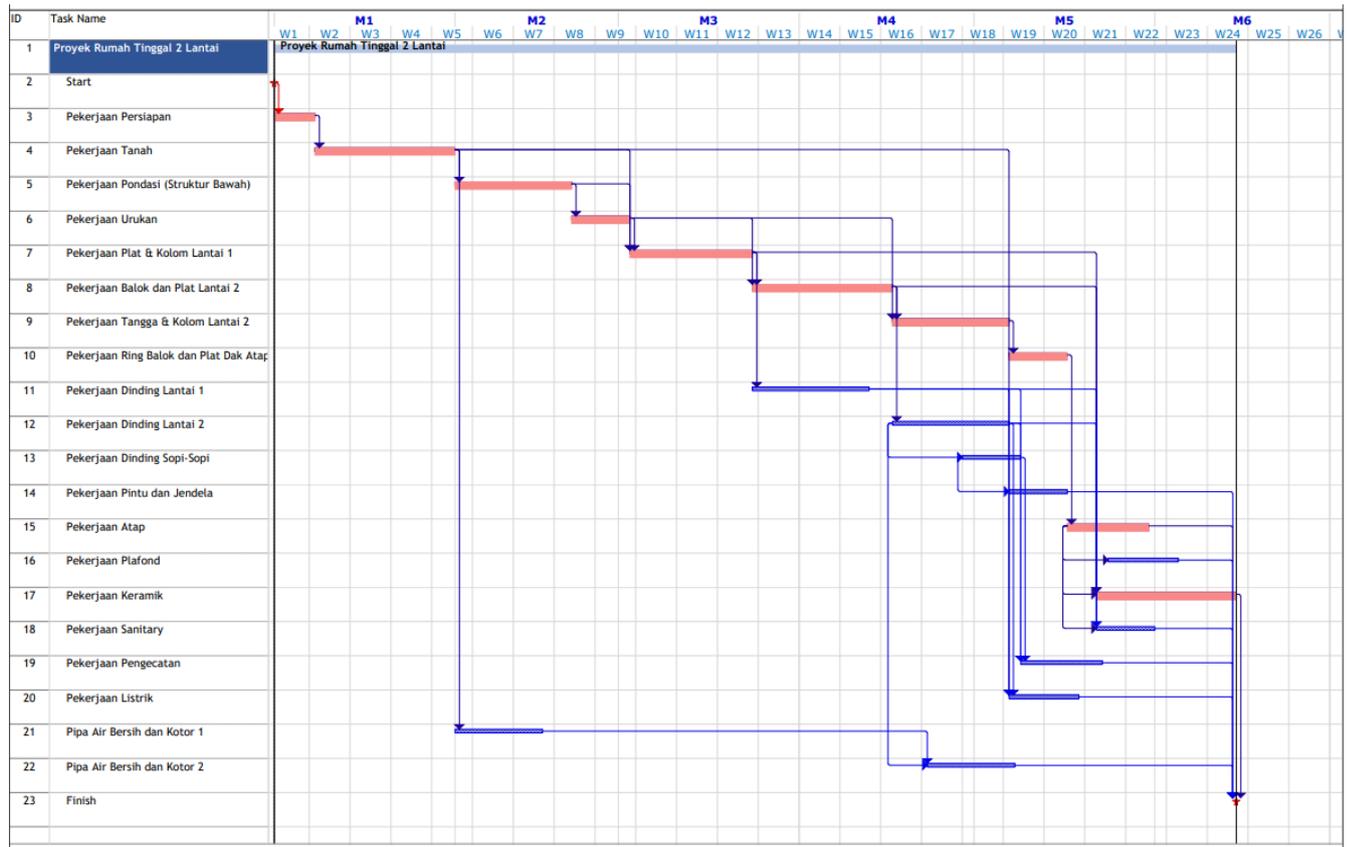
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjadwalan proyek

Berikut adalah hasil penjadwalan dari rencana anggaran biaya (RAB) proyek konstruksi di Tangerang Selatan. Tabel 1 memperlihatkan hasil pengolahan data biaya, durasi pekerjaan, serta keterkaitan antar pekerjaan. Tabel 1 terdapat *predecessor* yang mengindikasikan kegiatan yang harus diselesaikan sebelum kegiatan yang sedang ditinjau. Pada pekerjaan tanah, *predecessor*-nya adalah pekerjaan persiapan. Ini berarti pekerjaan tanah dapat dimulai setelah pekerjaan persiapan selesai. Namun, untuk pekerjaan dinding sopi-sopi, *predecessor*-nya adalah 12SS+12, yang berarti kegiatan dengan nomor ID 12 adalah pekerjaan dinding lantai 2. SS mengacu pada hubungan kegiatan *start to start*, yang berarti pekerjaan dinding sopi-sopi dapat dimulai setelah pekerjaan dinding lantai 2 dimulai ditambah 12 hari. Dalam konteks ini, "*Start to start* (SS)" menunjukkan bahwa kegiatan yang dituju dapat dimulai seiring dengan waktu mulai kegiatan sebelumnya, dan simbol "+" menunjukkan penambahan waktu mulai kegiatan *predecessornya*. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan yang tertera pada Tabel 1, maka selanjutnya dapat memasukkan data tersebut ke program *Microsoft project* untuk mendapatkan *bar chart* seperti pada Gambar 1. *Bar chart* pada gambar 1 memiliki 2 warna garis yaitu merah dan biru. Garis merah menandakan jalur kritis dan garis biru adalah jalur non-kritis. Durasi total pengerjaan proyek adalah 165 hari. Fokus penelitian ini hanya dilakukan pada pergerakan kegiatan non kritis agar mencapai tujuan optimasi.

Project Cash flow

Perhitungan kontrak dilakukan sebelum proses optimasi dari data proyek pada Tabel 2. Tabel 2. Perhitungan Harga kontrak menunjukkan bahwa kontraktor memiliki kewajiban untuk membayar uang muka setiap pekerjaan tertentu sebesar 10% dari total kegiatan sebelum kegiatan dimulai. Hal tersebut akan mempengaruhi arus kas keluar kontraktor. Dalam memperhitungkan *monthly fixed overhead* kontraktor mengambil 1% dari nilai total biaya langsung proyek ini, lalu untuk *variable overhead* diambil 10% dari total biaya langsung dan *mark up* diambil 10% dari total biaya langsung, *fixed overhead* dan *variable overhead*. Berdasarkan *early schedule* yang menggunakan ES (ES = waktu mulai tercepat suatu kegiatan) pada Gambar 1 dapat dihitung arus kas keluar yang tertera pada Tabel 3.



Gambar 1. Early Schedule sebelum optimasi

Tabel 1. Hubungan antar kegiatan dan biaya langsung

ID	Task Name	Dur	Predecessors	Successors	Total Float
1	Proyek Rumah Tinggal 2 Lantai	165 d			0 d
2	Start	0 d		3	0 d
3	Pek. Persiapan	7 d	2	4	0 d
4	Pek. Tanah	24 d	3	5,7,20,21	0 d
5	Pek. Pondasi (Struktur Bawah)	20 d	4	6,7	0 d
6	Pek. Urukan	10 d	5	7,8,9	0 d
7	Pek. Plat & Kolom Lantai 1	21 d	4,5,6	8,11,17	0 d
8	Pek. Balok dan Plat Lantai 2	24 d	6,7	9,17,12	0 d
9	Pek. Tangga & Kolom Lantai 2	20 d	6,8	10	0 d
10	Pek. Ring Balok dan Plat Dak Atap	10 d	9	15	0 d
11	Pek. Dinding Lantai 1	20 d	7	18,19,20	49 d
12	Pek. Dinding Lantai 2	20 d	8	18,19,20,22SS+6 d,13SS+12 d	23 d
13	Pek. Dinding Sopi-Sopi	10 d	12SS+12 d	14SS+8 d,19	23 d
14	Pek. Pintu dan Jendela	10 d	13SS+8 d	23	29 d
15	Pek. Atap	14 d	10	16SS+7 d,23,18SS+5 d,17SS+5 d	0 d
16	Pek. Plafond	12 d	15SS+7 d	23	10 d
17	Pek. Keramik	24 d	7,8,15SS+5 d	23	0 d
18	Pek. Sanitary	10 d	11,12,15SS+5 d	23	14 d
19	Pek. Pengecatan	14 d	13,11,12	23	23 d
20	Pek. Listrik	12 d	4,11,12	23	27 d

Tabel 1. Hubungan antar kegiatan dan biaya langsung (*lanjutan*)

ID	Task Name	Dur	Predecessors	Successors	Total Float
21	Pek. Pipa Air Bersih dan Kotor 1	15 d	4	22	104 d
22	Pek. Pipa Air Bersih dan Kotor 2	15 d	12SS+6 d,21	23	38 d
23	Finish	0 d	14,15,16,17,18,19,20,22	-	0 d

Tabel 2. Perhitungan kontrak

Perhitungan Harga Kontrak (Rp)	
Monthly fixed Overheads (MFOH)	3.064.452
Project Direct Cost (DC)	306.445.274
Fixed Overheads (FOH)	18.386.716
Variable Overhead (VOH)	30.644.527
Mark up % of (DC + FOH + VOH)	35.547.651
Total Harga Kontrak	391.024.169

Tabel 3. Arus Kas keluar sebelum optimasi

Cash Out					
Date	Month	Cost of work done (Rp)	Invoice sub date	Monthly Expenses (Rp)	Cummulative Cash out (Rp)
1 Jan-23	0	-		5.411.649	5.411.649
31 Jan-23	1	12.460.853	1-Feb-23	11.789.037	17.200.686
Feb-23	2	55.063.264	1-Mar-23	61.656.209	78.856.895
Mar-23	3	100.317.262	1-Apr-23	98.597.641	177.454.536
Apr-23	4	78.769.637	1-May-23	78.496.171	255.950.707
May-23	5	88.533.395	1-Jun-23	80.763.492	336.714.198
Jun-23	6	20.332.107	1-Jul-23	18.762.320	355.476.518

Dengan menerapkan ketentuan kontrak sesuai pada proyek konstruksi ini, maka dapat dilihat arus kas masuk rencana pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Arus Kas masuk sebelum optimasi

Cash In							
Date	Price of Work done (Rp)	Advance Payment (Rp)	Retention Deduction (Rp)	Advance Payment deduction (Rp)	Payment of retention (Rp)	Payment due date	Net Cash in
1 Jan-23		39.102.417				1-Jan-23	39.102.417
31 Jan-23	13.706.939		685.347	1.370.694		1-Mar-23	11.650.898
Feb-23	60.569.590		3.028.479	6.056.959		1-Apr-23	51.484.151
Mar-23	110.348.988		5.517.449	11.034.899		1-May-23	93.796.640
Apr-23	86.646.601		4.332.330	8.664.660		1-Jun-23	73.649.611
May-23	97.386.735		4.869.337	9.738.674		1-Jul-23	82.778.725
Jun-23	22.365.317		1.118.266	2.236.532		1-Aug-23	19.010.520
					19.551.208	1-Jan-24	19.551.208

Dengan mengetahui arus kas keluar dan arus kas masuk pada tabel 3 dan tabel 4 maka kumulatif *finance* akan dihitung sebagai selisih antara pengeluaran proyek dengan pembayaran dari pemilik yang mengharuskan kontraktor memiliki dana ditangan sebelum menerima pembayaran dari proyek ini (*Overdraft*). Tabel 5 menunjukkan bahwa pada bulan April 2023 terjadi kumulatif *cash flow* negatif atau kumulatif *finance* yang paling besar yaitu sebesar Rp. 75.217.069. Langkah selanjutnya yaitu mengoptimasi *schedule* dengan tujuan meminimalkan kumulatif *finance* agar meningkatkan keuntungan lebih besar pada kontraktor dengan durasi proyek tetap. Kegiatan non kritis akan digeser sehingga kumulatif *finance* minimum didapatkan.

Tabel 5. *Required Financing Calculation*

<i>Required Financing Calculation</i>						
<i>Date</i>	<i>Cumulative cash in (Rp)</i>	<i>Cumulative cash out (Rp)</i>	<i>Cumulative Finance (Rp)</i>	<i>Monthly Finance (Rp)</i>		
1-Jan-23	39.102.417	5.411.649	-	33.690.768	-	33.690.768
1-Feb-23	39.102.417	17.200.686	-	21.901.731	-	11.789.037
1-Mar-23	50.753.315	78.856.895	-	28.103.580	-	50.005.311
1-Apr-23	102.237.466	177.454.536	-	75.217.069	-	47.113.489
1-May-23	196.034.106	255.950.707	-	59.916.601	-	15.300.469
1-Jun-23	269.683.717	336.714.198	-	67.030.481	-	7.113.881
1-Jul-23	352.462.442	355.476.518	-	3.014.076	-	64.016.405
1-Aug-23	371.472.961	355.476.518	-	15.996.443	-	19.010.520
1-Jan-24	391.024.170	355.476.518	-	35.547.652	-	19.551.208

Optimasi dilakukan dengan bantuan program *solver add in* pada *Microsoft excel* untuk menemukan *schedule* yang optimal, mencari nilai kumulatif *finance* yang minimum. Tabel 6 merupakan pergerakan kegiatan non kritis yang didapatkan melalui iterasi program *solver* dengan mengeser kegiatan dibawah ini, pada tabel 7 merupakan *cash flow* setelah dioptimasi berdasarkan pergeseran kegiatan yang dilakukan sesuai dengan tabel 6 yang memiliki nilai kumulatif *finance* sebesar Rp. 63.333.250.

Tabel 6. Hasil pergeseran kegiatan non-kritis dengan *Solver*

ID	Aktivitas	Sebelum Optimasi				Setelah Optimasi			
		(Shift)	(Si)	Dur (hari)	(Fi)	(Shift)	(Si)	Dur (hari)	(Fi)
1	Start	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Pekerjaan Persiapan	0	0	7	7	0	0	7	7
3	Pekerjaan Tanah	0	7	24	31	0	7	24	31
4	Pekerjaan Pondasi (Struktur Bawah)	0	31	20	51	0	31	20	51
5	Pekerjaan Urukan	0	51	10	61	0	51	10	61
6	Pekerjaan Plat dan Kolom Lantai 1	0	61	21	82	0	61	21	82
7	Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 2	0	82	24	106	0	82	24	106
8	Pekerjaan Tangga dan Kolom Lantai 2	0	106	20	126	0	106	20	126
9	Pekerjaan Ring Balok dan Plat Dak Atap	0	126	10	136	0	126	10	136
10	Pekerjaan Dinding Lantai 1	0	82	20	102	49	131	20	151
11	Pekerjaan Dinding Lantai 2	0	106	20	126	0	106	20	126
12	Pekerjaan Dinding Sopi-Sopi	0	118	10	128	6	124	10	134
13	Pekerjaan Pintu dan Jendela	0	126	10	136	1	133	10	143
14	Pekerjaan Atap	0	136	14	150	0	136	14	150
15	Pekerjaan Plafond	0	143	12	155	8	151	12	163
16	Pekerjaan Keramik	0	141	24	165	0	141	24	165
17	Pekerjaan Sanitary	0	141	10	151	0	151	10	161
18	Pekerjaan Pengecatan	0	128	14	142	0	151	14	165
19	Pekerjaan Listrik	0	126	12	138	0	151	12	163
20	Pipa Air Bersih dan Kotor 1	0	31	15	46	0	31	15	46
21	Pipa Air Bersih dan Kotor 2	0	112	15	127	10	122	15	137
22	Finish	0		0	-	0		0	0
Durasi Proyek		165				165			

Tabel 7. Perbandingan hasil *Maximum Financing Required* sebelum dan setelah optimasi

I. <i>Maximum Financing Required Before Optimization</i>		II. <i>Maximum Financing Required After Optimization</i>	
<i>Month</i>	<i>Value</i>	<i>Month</i>	<i>Value</i>
1-Apr-23	75.217.069	1-Apr-23	63.333.250

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis *cash flow* dan pembahasan yang dilakukan, kesimpulan utama adalah bahwa optimasi penjadwalan dapat secara signifikan memengaruhi keseimbangan *cash flow* pada proyek konstruksi. Penelitian ini menyoroti bahwa penyesuaian kegiatan, khususnya pada dinding lantai 1, dinding sopi-sopi, plafond, dan pipa air bersih dan kotor 2 sesuai dengan tabel 6, dapat menghasilkan *cash flow* optimal dengan penurunan kumulatif *finance* sebesar 15.79%. Walaupun penelitian ini terbatas pada proyek sederhana dan tidak melibatkan penurunan biaya yang tinggi secara nominal, hasilnya menunjukkan bahwa penjadwalan yang tepat dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap *cash flow* proyek.

Pentingnya penurunan kumulatif *finance* negatif sebesar 15.79 % ini menjadi sorotan utama, terutama ketika pembayaran uang muka dari pemilik proyek hanya sebesar 10%. Kesimpulan ini mencerminkan bahwa pada proyek sederhana, optimasi penjadwalan memiliki peran krusial dalam manajemen *cash flow*. Oleh karena itu, penelitian ini menyiratkan bahwa eksplorasi lebih lanjut pada proyek dengan skala yang lebih besar dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai sejauh mana optimasi penjadwalan dapat memengaruhi keuangan proyek secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian selanjutnya dapat fokus pada proyek-proyek yang lebih kompleks untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif dan relevan dalam konteks optimasi penjadwalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavipour, R., & Arditi, D. (2018). Optimizing financing cost in construction project with fixed duration. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(4), 04018012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001451](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001451).
- Enshassi, A., Al-Hallaq, K., & Mohamed, S. (2006). Causes of contractor's business failure in developing countries: the case of Palestine. *Journal of construction in developing countries*, 11(2), 1-14. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:154867816>.
- Lee, H. G., Lim, T. K., Son, C. B., & Lee, D. E. (2012). Optimizing a construction schedule considering cash-flow. In *Proceedings of the Korean Institute of Building Construction Conference* (pp. 303-305). The Korean Institute of Building Construction.
- Mahamid, I. (2012). Factors affecting contractor's business failure: contractors' perspective. *Engineering, construction and architectural management*, 19(3), 269-285. <https://doi.org/10.1108/09699981211219607>.
- Meredith, D. D., Wong, K. W., Woodhead, R. W., & Wortman, R. H. (1992). *Perancangan dan perencanaan sistem rekayasa*, Edisi kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Atin, S., & Lubis, R. (2019, November). Implementation of critical path method in project planning and scheduling. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 662, No. 2, p. 022031). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/662/2/022031>.
- Safitri, E., Basriati, S., & Hanum, L. (2019). Optimasi Penjadwalan Proyek Menggunakan CPM Dan PDM (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Balai Nilah Dan Manasik Haji Kua Kecamatan Kateman Kabupaten Indragiri Hilir). *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 5(2).
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Wirahman, L. W., Warka, I. P., & Apriliana, A. (2015). pengaruh sistem pembayaran terhadap cash flow optimal pada proyek pembangunan gedung pengadilan negeri praya. *Spektrum Sipil*, 2(2), 145-157.

