

Analisa Penjadwalan Pembangunan Proyek Perumahan Menggunakan Metode CPM

Oleh:

Erie Fadma Noer Fitriana Wijatmiko,

Tedjo Sukmono

Progam Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Maret, 2025



Pendahuluan

- Terjadinya pemborosan waktu pembangunan proyek perumahan hingga 8-12 bulan
- *Ms. Project* mengolah penjadwalan lebih efisien(Nugroho, 2024), CPM mempersingkat pekerjaan dan durasi kerja(Wicaksono, 2024), Metode CPM menghasilkan durasi yang lebih pendek(Hilman, 2023).
- Tujuan penelitian: untuk menganalisa penjadwalan pembangunan proyek perumahan menggunakan metode CPM dengan bantuan pengolahan data menggunakan *Ms. Project* dengan harapan dapat dijadikan usulan perbaikan untuk perusahaan dalam menjadwalkan pekerja proyek supaya lebih terstruktur dan efisiensi waktu.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Bagaimana penerapan metode CPM dalam penjadwalan pembangunan proyek perumahan dan sejauh mana metode tersebut efektif dalam mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek?

Metode

Critical Path Method

Menurut astari *Critical Path Method* (CPM) adalah metode yang menguraikan setiap aktivitas, termasuk kegiatan pendahuluan, durasi atau waktu normal setiap kegiatan, serta biaya yang terkait.

Microsoft Project

Aplikasi ini umumnya digunakan untuk berbagai tujuan dalam perencanaan dan pengelolaan proyek, termasuk merancang jadwal proyek, menentukan alokasi sumber daya manusia, mengelola anggaran, serta menganalisis beban kerja

Hasil

Tabel 1. Biaya Material yang Dibutuhkan

Nama Pekerjaan	Biaya Material	
Pekerjaan Persiapan	Rp	217.000,00
Pekerjaan Pembesian	Rp	8.000.000,00
Pekerjaan Tanah	Rp	2.003.000,00
Pekerjaan Instal air kotor	Rp	1.870.000,00
Pekerjaan Beton	Rp	5.868.250,00
Pekerjaan Pasangan	Rp	16.070.730,00
Pekerjaan Atap	Rp	9.200.000,00
Instalasi air bersih	Rp	200.000,00
Instalasi listrik	Rp	4.000.000,00
Pekerjaan Plesteran	Rp	7.300.000,00
Pekerjaan Kanopi	Rp	11.552.700,00
Pekerjaan Pengecatan	Rp	600.000,00
Pekerjaan Lantai dan cor meja dapur	Rp	17.500.000,00
Pekerjaan Fasad Depan	Rp	8.358.655,00
Pekerjaan Pengecatan	Rp	700.000,00
Pekerjaan Pasang Aksesoris	Rp	17.194.929,00
Total	Rp	110.635.264,00

Tabel 2. Upah Pekerja (Rupiah)

Pekerja	Upah
Mandor	Rp170.000/day
Tukang	Rp170.000/day
Pembantu Tukang	Rp120.000/day
Subkon 1	Rp1.000.000
Subkon 2	Rp200.000
Subkon 3	Rp1.200.000
Subkon 4	Rp350.000
Subkon 5	Rp3.000.000
Subkon 6	Rp240.000
Subkon 7	Rp3.000.000

Hasil

Tabel 3. Hasil *Running 1 Microsoft Project*

Kode Kegiatan	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kegiatan Terdahulu	Nama Tenaga Kerja	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	3			Rp1.510.000
1.2	Pembersihan lahan, Pengukuran dan pasang bouwplank	2		Mandor;Pembantu Tukang[2];Tukang	Rp1.160.000
1.3	Bor Sumur	1	1.2	Subkon 4	Rp350.000
2	Pekerjaan Pembesian	7		Mandor	Rp12.750.000
2.1	Pembesian cakar ayam	3	1.2	Tukang[2]	Rp1.020.000
2.2	Pembesian sloof dan kolom	7	2.1 SS	Tukang[2]	Rp2.380.000
2.3	Pembesian Balok	5	2.2 SS	Tukang[4]	Rp3.400.000
2.4	Pembesian dak talang	5	2.2 SS	Tukang[2]	Rp1.700.000
2.5	Pembesian balok ring	3	2.4 SS	Tukang[2]	Rp1.020.000
2.6	Pembesian balok gewel	2	2.5 SS	Tukang[2]	Rp680.000
2.7	Pembesian balok lantai	1	2.6 SS	Tukang[2]	Rp340.000
2.8	Pembesian pilar an balok carport	3	2.8 SS	Tukang[2]	Rp1.020.000
3	Pekerjaan Tanah	12		Mandor	Rp7.510.000
3.1	Pondasi Cakar ayam	2	2.1	Tukang[2]	Rp680.000
3.2	Galian pondasi	2	3.1	Pembantu Tukang[2]	Rp480.000
3.3	Pasang pondasi batu kali	3	3.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.740.000
3.4	Rollag anak tangga teras depan dan belakang	3	3.3	Tukang;Pembantu Tukang	Rp870.000
3.5	Urugan tanah pondasi	5	3.4 SS	Tukang[2]	Rp1.700.000
4	Instalasi air kotor	2		Mandor	Rp1.790.000
4.1	Instal air kotor	2	3.3	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
4.2	Pembuatan bak kontrol	1	4.1 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
4.3	Pasang bio septic tank	2	4.2 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
5	Pekerjaan Beton	119		Mandor	Rp85.130.000
5.1	Cor sloof	7	3.5 ; 2.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.2	Cor Sloof Double	7	5.1 ; 2.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.3	Cor Kolom	24	5.2 ; 2.2	Tukang;Pembantu Tukang	Rp6.960.000
5.4	Cor Balok	23	5.3 ; 2.3	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp13.340.000
5.5	Cor Balok Double	17	5.4 ; 2.4	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp9.860.000
5.6	Cor dak talang	20	5.5 ; 2.5	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp11.600.000

Hasil

Tabel 3. Hasil *Running 1 Microsoft Project*

5.7	Cor Dak kanopi	7	5.6	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.8	Cor balok gewel	14	5.7 ; 2.6	Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp9.800.000
5.9	Cor Balok ring	2	6.1 ; 2.5	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.160.000
6	Pekerjaan Pasangan	10		Mandor	Rp6.600.000
6.1	Pasangan bata ringan	7	5.2 ; 5.3 SS + 50%	Tukang;Pembantu Tukang	Rp2.030.000
6.2	Pasang bata gewel	7	5.9	Tukang;Pembantu Tukang[2]	Rp2.870.000
7	Pekerjaan Atap	6			Rp3.810.000
7.1	Pasang rangka atap/ galvalum	4	6.1 ; 6.2 ; 5.8 ; 5.9	Subkon 1	Rp1.680.000
7.2	Pasang genteng	1	7.1	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp870.000
7.3	Plester aci nok dan jurai genteng	2	7.2 SS	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang	Rp1.260.000
8	Instalasi air bersih	2	7.2		Rp340.000
8.1	Instal air bersih	2		Tukang	Rp340.000
9	Instalasi listrik	3	8 SS		Rp3.000.000
9.1	Instal listrik 50%	3		Subkon 7	Rp3.000.000
10	Pekerjaan Plesteran	29			Rp22.590.000
10.1	Plester, render & skim tampak depan samping dan belakang	14	7.3	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp12.180.000
10.2	Render	3	10.1	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp2.610.000
10.3	Acian / skimcoat	6	10.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp4.200.000
10.4	Pekerjaan Benangan	3	10.3 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang	Rp1.380.000
10.5	Waterprofing	2	10.4 ; 10.3	Mandor;Tukang[2]	Rp1.020.000
10.6	Pasang rangka plafon	1	10.5	Subkon 3	Rp1.200.000
10.7	Plafon gypsum 9 mm + rangka hollow	2	10.6		Rp0
10.8	Pasang lis shadowline	1	10.7		Rp0
11	Pekerjaan Kanopi	3			Rp1.740.000
11.1	Pekerjaan kanopi 75%	3	5.7	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang[2]	Rp1.740.000
12	Pekerjaan Pengecatan	5			Rp2.550.000
12.1	Pengecatan plafon dan dinding 50%	5	10.8	Mandor;Tukang[2]	Rp2.550.000
13	Pekerjaan Lantai dan cor meja dapur	5			Rp3.290.000
13.1	Cor meja dapur	1	10.5	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
13.2	Pasang granit kramik lantai	4	13.1	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp1.840.000
13.3	Pasang kramik dinding km	2	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
13.4	Pasang kramik lantai km	1	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
13.5	Pasang kramik meja dapur	1	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000

Hasil

Tabel 3. Hasil Running 1 Microsoft Project

14	Pekerjaan Fasad Depan	11	13.1		Rp7.120.000
14.1	Pilar dan balok carport	7	6	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp3.220.000
14.2	Rabat carport dan area taman belakang *	2	14.1 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.160.000
14.3	Pasang batu alam / ornamen fasad	1	12	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp460.000
14.4	pembuatan taman depan belakang	2	14.3 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
14.5	Pasangan bata roster teras kanan dan kiri	1	14.3 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp580.000
14.6	Pasang roster finish	2	14.5	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp920.000
14.7	Pasang conwood	1	14.6 SS	Subkon 2	Rp200.000
15	Pekerjaan Pengecatan	3			Rp510.000
15.1	Finishing pengecatan 100%	3	14.6	Tukang	Rp510.000
16	Pekerjaan Pasang Aksesoris	58			Rp4.600.000
16.1	Pasang almini kusen, kaca dan jendela	4	10.4	Subkon 5	Rp3.000.000
16.2	Pasang kanopi	2	11.1	Tukang[3]	Rp1.020.000
16.3	Pasang pintu	2	16.1	Subkon 6	Rp240.000
16.4	Pasang HPL	1	16.3		Rp0
16.5	Pasang wastafel	1	13.5	Tukang	Rp170.000
16.6	Pasang closet dan kran	1	13.4	Tukang	Rp170.000
16.7	Pasang asesoris listrik	1	15.1		Rp0
17	Pembersihan	4	16.7	Pembantu Tukang[2]	Rp960.000
Total		187		Total	Rp165.800.000

Hasil

Tabel 4. Hasil *Running 2 Microsoft Project*

Kode Kegiatan	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kegiatan Pendahulu	Nama Tenaga Kerja	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	3			Rp1.270.000
1.2	Pembersihan lahan, Pengukuran dan pasang bouwplank	2		Mandor;Pembantu Tukang[2];Tukang	Rp920.000
1.3	Bor Sumur	1	1.2	Subkon 4	Rp350.000
2	Pekerjaan Pembesian	7		Mandor	Rp12.750.000
2.1	Pembesian cakar ayam	3	1.2	Tukang[2]	Rp1.020.000
2.2	Pembesian sloof dan kolom	7	2.1 SS	Tukang[2]	Rp2.380.000
2.3	Pembesian Balok	5	2.2 SS	Tukang[4]	Rp3.400.000
2.4	Pembesian dak talang	5	2.2 SS	Tukang[2]	Rp1.700.000
2.5	Pembesian balok ring	3	2.4 SS	Tukang[2]	Rp1.020.000
2.6	Pembesian balok gewel	2	2.5 SS	Tukang[2]	Rp680.000
2.7	Pembesian balok lantai	1	2.6 SS	Tukang[2]	Rp340.000
2.8	Pembesian pilar an balok carport	3	2.8 SS	Tukang[2]	Rp1.020.000
3	Pekerjaan Tanah	12		Mandor	Rp7.510.000
3.1	Pondasi Cakar ayam	2	2.1	Tukang[2]	Rp680.000
3.2	Galian pondasi	2	3.1	Pembantu Tukang[2]	Rp480.000
3.3	Pasang pondasi batu kali	3	3.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.740.000
3.4	Rollag anak tangga teras depan dan belakang	3	3.3	Tukang;Pembantu Tukang	Rp870.000
3.5	Urugan tanah pondasi	5	3.4 SS	Tukang[2]	Rp1.700.000
4	Instalasi air kotor	2		Mandor	Rp1.790.000
4.1	Instal air kotor	2	3.3	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
4.2	Pembuatan bak kontrol	1	4.1 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
4.3	Pasang bio septic tank	2	4.2 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
5	Pekerjaan Beton	95,5		Mandor	Rp81.135.000
5.1	Cor sloof	7	3.5 ; 2.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.2	Cor Sloof Double	7	5.1 SS + 50% ; 2.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.3	Cor Kolom	24	5.2 ; 2.2	Tukang;Pembantu Tukang	Rp6.960.000
5.4	Cor Balok	23	5.3 SS + 14 days ; 2.3	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp13.340.000
5.5	Cor Balok Double	17	5.4 ; 2.4	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp9.860.000
5.6	Cor dak talang	20	5.5 ; 2.5	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp11.600.000
5.7	Cor Dak kanopi	7	5.6 SS + 50%	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp4.060.000
5.8	Cor balok gewel	14	5.7 ; 2.6	Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp9.800.000
5.9	Cor Balok ring	2	6.1 ; 2.5	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.160.000
6	Pekerjaan Pasangan	16		Mandor	Rp7.620.000

Hasil

Tabel 4. Hasil *Running 2 Microsoft Project*

6.1	Pasangan bata ringan	7	5.2 ; 5.3 SS + 50%	Tukang;Pembantu Tukang	Rp2.030.000
6.2	Pasang bata gewel	7	5.9	Tukang;Pembantu Tukang[2]	Rp2.870.000
7	Pekerjaan Atap	6			Rp3.810.000
7.1	Pasang rangka atap/ galvalum	4	6.1 ; 6.2 ; 5.8 ; 5.9	Subkon 1	Rp1.680.000
7.2	Pasang genteng	1	7.1	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp870.000
7.3	Plester aci nok dan jurai genteng	2	7.2 SS	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang	Rp1.260.000
8	Instalasi air bersih	2	7.2		Rp340.000
8.1	Instal air bersih	2		Tukang	Rp340.000
9	Instalasi listrik	3	8 SS		Rp3.000.000
9.1	Instal listrik 50%	3		Subkon 7	Rp3.000.000
10	Pekerjaan Plesteran	29			Rp22.590.000
10.1	Plester, render & skim tampak depan samping dan belakang	14	7.3	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp12.180.000
10.2	Render	3	10.1	Mandor;Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp2.610.000
10.3	Acian / skimcoat	6	10.2	Tukang[2];Pembantu Tukang[3]	Rp4.200.000
10.4	Pekerjaan Benangan	3	10.3 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang	Rp1.380.000
10.5	Waterprofing	2	10.4 ; 10.3	Mandor;Tukang[2]	Rp1.020.000
10.6	Pasang rangka plafon	1	10.5	Subkon 3	Rp1.200.000
10.7	Plafon gypsum 9 mm + rangka hollow	2	10.6		Rp0
10.8	Pasang lis shadowline	1	10.7		Rp0
11	Pekerjaan Kanopi	3			Rp1.740.000
11.1	Pekerjaan kanopi 75%	3	5.7	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang[2]	Rp1.740.000
12	Pekerjaan Pengecatan	5			Rp2.550.000
12.1	Pengecatan plafon dan dinding 50%	5	10.8	Mandor;Tukang[2]	Rp2.550.000
13	Pekerjaan Lantai dan cor meja dapur	5			Rp3.290.000
13.1	Cor meja dapur	1	10.5	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
13.2	Pasang granit kramik lantai	4	13.1	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp1.840.000
13.3	Pasang kramik dinding km	2	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
13.4	Pasang kramik lantai km	1	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
13.5	Pasang kramik meja dapur	1	13.1	Tukang;Pembantu Tukang	Rp290.000
14	Pekerjaan Fasad Depan	11	13.1		Rp7.120.000
14.1	Pilar dan balok carport	7	6	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp3.220.000
14.2	Rabat carport dan area taman belakang *	2	14.1 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp1.160.000

Hasil

Tabel 4. Hasil *Running 2 Microsoft Project*

14.3	Pasang batu alam / ornamen fasad	1	12	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp460.000
14.4	pembuatan taman depan belakang	2	14.3 SS	Tukang;Pembantu Tukang	Rp580.000
14.5	Pasangan bata roster teras kanan dan kiri	1	14.3 SS	Tukang[2];Pembantu Tukang[2]	Rp580.000
14.6	Pasang roster finish	2	14.5	Mandor;Tukang;Pembantu Tukang	Rp920.000
14.7	Pasang conwood	1	14.6 SS	Subkon 2	Rp200.000
15	Pekerjaan Pengecatan	3			Rp510.000
15.1	Finishing pengecatan 100%	3	14.6	Tukang	Rp510.000
16	Pekerjaan Pasang Aksesoris	58			Rp4.600.000
16.1	Pasang almini kusen, kaca dan jendela	4	10.4	Subkon 5	Rp3.000.000
16.2	Pasang kanopi	2	11.1	Tukang[3]	Rp1.020.000
16.3	Pasang pintu	2	16.1	Subkon 6	Rp240.000
16.4	Pasang HPL	1	16.3		Rp0
16.5	Pasang wastafel	1	13.5	Tukang	Rp170.000
16.6	Pasang closet dan kran	1	13.4	Tukang	Rp170.000
16.7	Pasang asesoris listrik	1	15.1		Rp0
17	Pembersihan	4	16.7	Pembantu Tukang[2]	Rp960.000
	Total	163,5		Total	Rp162.585.000

Pembahasan

- Hasil *running* pertama menunjukkan bahwa durasi kerja yang dibutuhkan adalah 187 hari atau 6,2 bulan. Dengan penerapan sistem penjadwalan, durasi ini lebih cepat 50% dibandingkan tanpa penjadwalan, yang awalnya memakan waktu 356 hari. Implementasi penjadwalan mampu mengurangi durasi *running* secara signifikan, meningkatkan efisiensi waktu sebesar 187 hari. Selain itu, total biaya pekerja yang dikeluarkan dalam periode tersebut mencapai Rp165.800.000, berdasarkan upah yang telah ditetapkan untuk berbagai jenis pekerja, termasuk Mandor, Tukang, Pembantu Tukang, serta subkontraktor yang terlibat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem penjadwalan tidak hanya berkontribusi dalam efisiensi waktu, tetapi juga berpotensi memengaruhi aspek biaya proyek secara keseluruhan.
- Analisis hasil jalur pekerjaan kritis menunjukkan bahwa terdapat beberapa tahapan pekerjaan yang memiliki durasi dan keterkaitan langsung terhadap penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur ini merupakan pekerjaan dengan kode pekerjaan 2.1; 3.1; 3.1; 3.1; 3.3; 3.4; 3.5; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7; 5.8; 5.9; 7.1; 7.2; 7.3; 10.1; 10.2; 10.3; 10.5; 10.6; 10.7; 10.8; 14.3; 14.5; 14.6; 15.1; 16.7; 17. Jumlah pekerjaan yang kritis yaitu 31 pekerjaan dari 81 jenis pekerjaan.
- Hasil *running* kedua menunjukkan bahwa durasi kerja yang dibutuhkan adalah 163,5 hari atau 5,45 bulan dengan total biaya pekerja sebesar Rp162.585.000. Perhitungan ini didasarkan pada upah yang telah ditetapkan untuk setiap jenis pekerja dalam proyek, termasuk Mandor, Tukang, Pembantu Tukang, serta subkontraktor yang terlibat. Durasi perbaikan lebih pendek 23,5 hari dan biaya pekerja lebih hemat Rp3.215.000 hal ini dipengaruhi oleh percepatan pada pekerjaan beton namun memengaruhi pekerjaan pemasangan lebih lama 6 hari dibanding perbaikan 1, karena pekerjaan pemasangan dilakukan setelah pekerjaan beton setelah selesai 50% pengerjaan lalu dikerjakan secara beriringan. Namun lebih baik karena tetap menghasilkan durasi kerja yang lebih optimal.
- Analisis hasil jalur pekerjaan kritis menunjukkan bahwa terdapat beberapa tahapan pekerjaan yang memiliki durasi dan keterkaitan langsung terhadap penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jalur ini merupakan pekerjaan dengan kode pekerjaan 2.1; 3.1; 3.1; 3.1; 3.3; 3.4; 3.5; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7; 5.8; 5.9; 7.1; 7.2; 7.3; 10.1; 10.2; 10.3; 10.5; 10.6; 10.7; 10.8; 14.3; 14.5; 14.6; 15.1; 16.7; 17. Jumlah pekerjaan yang kritis yaitu 31 pekerjaan dari 81 jenis pekerjaan

Temuan Penting Penelitian

Penjadwalan proyek berperan penting dalam kedisiplinan dan kelancaran jalannya proyek secara sistematis dan lebih terstruktur.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yaitu berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perusahaan dapat membuat estimasi yang rinci untuk pembuatan rencana anggaran biaya dan rencana anggaran pelaksanaan dengan lebih mudah sehingga dapat menentukan kapan material dipesan dan kebutuhan pekerja dibutuhkan sesuai dengan jadwal pekerjaan.

Referensi

- [1] M. A. Jumali and A. Kristina, “Balanced Scorecard Method : Analisis Pencapaian Strategi Perusahaan Jasa Manufaktur di Pasuruan,” *Prozima*, vol. 4, no. 1, pp. 32–36, 2020.
- [2] D. A. Nugroho, T. Sukmono, and R. B. Jakaria, “Analysis of project work using earned value management and precedence diagram method in manufacturing system projects,” *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 16, no. 2, pp. 1–15, 2024.
- [3] D. Hilman, A. Maskur, and U. Saepudin, “Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Program Microsoft Project 2019 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Ruang Pelayanan dan Business Centre di SMK Muhammadiyah Kawali),” *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 11–19, 2023, doi: 10.25157/jiteks.v1i1.3190.
- [4] A. F. A. Wicaksono, “Comparison Of The S Curve With The CPM Method In Analyzing Project Scheduling I Nyoman Dita Pahang Putra,” *Int. J. Ind. Innov. Mech. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–12, 2024.
- [5] T. E. Saragi, “Optimasi Waktu Dan Biaya Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Dan Jam Kerja (Lembur) (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Convention Hall Kab. Deli Serdang),” *Constr. J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 53–69, 2022.
- [6] Lilyana, “Analisis Network Planning dengan Critical Path Method (CPM) Dalam Rangka Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Rumah Minimalis (Studi Kasus: Property Group Medan),” *J. Sist. Komput. dan Inform. ...*, vol. 2, no. 1, pp. 80–89, 2020, doi: 10.30865/json.v2i1.2459.
- [7] D. Leman and Cindy Paramitha Lubis, “Pemanfaatan Aplikasi Ms. Project Dalam Perencanaan Proyek Pada Pt. Berlian Jaya Mandiri Konsultan,” *J-PEMAS - J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 31–36, 2023.
- [8] N. M. Astari, A. M. Subagyo, and K. Kusnadi, “Perencanaan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Dan Pert (Program Evaluation and Review Technique),” *J. Konstr.*, vol. 13, no. 1, pp. 164–180, 2021, doi: 10.24853/jk.13.1.164-180.
- [9] G. P. Arianie and N. B. Puspitasari, “Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd),” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 3, pp. 189–196, 2017.
- [10] Syifa Nur Afiya, Ardana Sultan Alhaq, and Kusnadi, “Analisis penerapan manajemen waktu dengan metode CPM pada proyek pembangunan perumahan griya mahari,” *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 271–283, 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i2.636.
- [11] Suherman and A. Ilma, “Analisa Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM dan Pert Serta Crash Project (Studi kasus: Pembangunan Gedung Main Power House PT. Adhi Karya),” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–43, 2016, doi: 10.24014/jti.v2i1.5061.
- [12] M. N. Sholeh, “Modul Pelatihan Microsoft Project 2019,” 2020, [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=tHz4DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=microsoft+project+adalah&ots=s6BNyiE-fq&sig=CXRBiDK9S4rsAXjqh4MhHQOa72w>

