



Manajemen Proyek Pengerjaan Instalasi Pipa Air pada PT. X Menggunakan Metode CPM dan PERT

Fauzi Irfan Wiranda^{1✉}, Hery Murnawan²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^(1,2)

DOI: 10.31004/jutin.v7i2.28508

✉ Corresponding author:

[fauziirfn17@gmail.com, herymurnawan@untag-sby.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Proyek; Manajemen
Proyek; Kontraktor; CPM;
PERT

Proyek merupakan suatu kegiatan temporer yang memiliki awal dan akhir yang ditetapkan dalam waktu, dan ruang lingkup. Untuk menunjang kesuksesan suatu proyek perlu dilakukan manajemen proyek. Pada umumnya sebuah proyek dipegang oleh kontraktor. Kontraktor yang memiliki kewajiban untuk menyelenggarakan pekerjaan sesuai dengan rencana, menjadwalkan kegiatan yang akan dilakukan, menyediakan alat-alat penunjang untuk pelaksanaan proyek. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang tersebut adalah CV. Andhika Kencana. Kini CV. Andhika Kencana sedang melaksanakan pengerjaan di beberapa proyek, salah satunya proyek pengerjaan instalasi pipa air di PT. X. Penelitian ini bertujuan untuk menjamin proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X sudah tepat secara biaya, mutu, dan waktu. Penelitian ini menggunakan 2 metode untuk menganalisis jadwal pengerjaan proyek yaitu metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation And Review Technique* (PERT). Hasil dari penelitian ini menunjukkan jalur kritis pada proyek ini adalah A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O dengan waktu penyelesaian yang berbeda. Pada metode CPM, proyek dapat terselesaikan dengan total waktu selama 65 hari kerja yang dimana lebih cepat 1,15% dari waktu normalnya. Sedangkan pada metode PERT, proyek dapat terselesaikan dengan total waktu selama 66,2 hari kerja dengan peluang 70,88% yang dimana lebih cepat 1,13% dari waktu normalnya.

Abstract

Keywords:

Project; Project
Management; Contractor;
CPM; PERT

A project is a temporary activity that has a beginning and end specified in time and scope. To support the success of a project, project management needs to be carried out. In general, a project is held by a contractor. Contractors who have the obligation to carry out work according to the plan, schedule the activities to be carried out, provide supporting tools for project implementation. One company operating in this field is CV. Andhika Kencana. Now CV. Andhika Kencana is carrying out work on several projects, one of which is the water pipe installation project at PT. X. This research aims to guarantee the water pipe installation project at PT. X is right in terms of cost, quality and time. This research uses 2 methods to analyze project work

schedules, namely the Critical Path Method (CPM) and Project Evaluation And Review Technique (PERT). The results of this research show that the critical path on this project is A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O with different completion times. Using the CPM method, the project can be completed in a total of 65 working days, which is 1.15% faster than the normal time. Meanwhile, using the PERT method, the project can be completed in a total of 66.2 working days with a chance of 70.88%, which is 1.13% faster than the normal time.

1. PENDAHULUAN

Proyek merupakan suatu kegiatan temporer yang memiliki awal dan akhir yang ditetapkan dalam waktu, dan ruang lingkup (Suryanto, 2017). Untuk menunjang kesuksesan suatu proyek perlu dilakukan manajemen proyek. Manajemen proyek yang dimaksud adalah merencanakan, melaksanakan, mengendalikan, dan mengorganisir sumber daya perusahaan untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Oktaviari, 2019). Pada umumnya sebuah proyek dipegang oleh kontraktor. Kontraktor merupakan badan atau perusahaan yang menerima dan melaksanakan pekerjaan sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan. Kontraktor memiliki kewajiban untuk menyelenggarakan pekerjaan sesuai dengan rencana, menjadwalkan kegiatan yang akan dilakukan, menyediakan alat alat penunjang untuk pelaksanaan proyek. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang tersebut adalah CV. Andhika Kencana. CV. Andhika Kencana adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang kontruksi. Perusahaan ini telah berpengalaman mengerjakan proyek-proyek di berbagai perusahaan, proyek pengerjaan jalan raya, proyek pembangunan jembatan, proyek pengerjaan saluran air, serta proyek pembangunan gedung. Kini CV. Andhika Kencana sedang melaksanakan pengerjaan di beberapa proyek, salah satunya proyek pengerjaan instalasi pipa air di PT. X.

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dengan produk utamanya yaitu alas kaki. Tujuan pemasangan instalasi pipa air ini akan digunakan untuk mensuplai kebutuhan air di dalam area produksi maupun disekitar area produksi. Air yang akan digunakan ini berasal dari sumur yang dipompa masuk ke dalam tangki penampungan, yang selanjutnya dipompa lagi oleh rumah pompa untuk didistribusikan ke area produksi untuk memenuhi kebutuhan air di wastafel, toilet, dan tempat wudhu moshola. Dalam perencanaan waktu suatu proyek disusun dengan membuat *time schedule* dimana terdapat urutan pekerjaan proyek dan waktu dimulai awal sampai selesai pekerjaan proyek. Untuk menunjang kesuksesan proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X ini, maka peneliti mengambil topik tentang manajemen proyek yang bertujuan untuk merencanakan dan mengendalikan proyek dari awal sampai akhir serta menjamin proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X sudah tepat secara biaya, mutu, dan waktu.

2. METODE

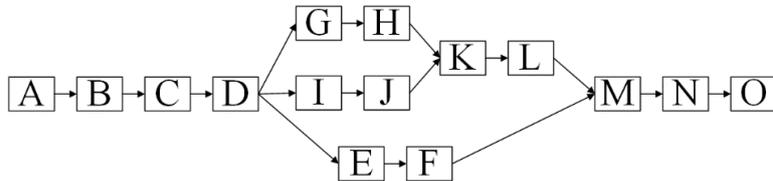
Teknik pengumpulan data yang akan digunakan yaitu dengan observasi di lapangan dan wawancara. Data yang diperlukan pada kegiatan penelitian tugas akhir ini yaitu data jarak lokasi pemasangan, data pipa dan komponen pendukung yang dibutuhkan, data biaya operasional (material, tenaga kerja, alat). Setelah data telah terkumpul lalu dilakukan olah data menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Project Evaluation Review Technique (PERT)*. Metode CPM adalah suatu teknik perencanaan dan pengendalian yang dipergunakan dalam proyek yang mempunyai data biaya dari masa lampau (*past cost data*), sedangkan metode PERT adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitas (Mayasari, 2015). Metode CPM bertujuan menemukan kegiatan atau jalur pada waktu kritis untuk dapat mempercepat waktu proyek tetapi waktu tersebut dapat diduga tanpa ketidakpastian, selain dapat menekan waktu metode CPM juga dapat digunakan untuk menekan biaya (Putri & Murnawan, 2023). CPM dapat digunakan untuk semua jenis proyek seperti proyek kontruksi, engineering, perawatan fasilitas, pengembangan software, dan lain-lain (Khoiroh, 2018). Pada tahap pengolahan data menggunakan metode CPM melalui beberapa tahap yaitu menentukan *forward pass*, menentukan nilai *backward pass*, dan menghitung nilai total float untuk menentukan aktivitas yang masuk ke dalam jalur kritis, sedangkan tahapan pengolahan data pada metode PERT diawali dengan menentukan 3 estimasi waktu (waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis), menentukan durasi waktu yang diharapkan (te), menentukan nilai *forward pass*, menentukan nilai *backward pass*, menghitung total float untuk menentukan aktivitas yang masuk ke dalam jalur kritis, menentukan nilai standar deviasi dan varians, dan yang terakhir menentukan nilai probabilitas untuk mengetahui peluang proyek dapat terselesaikan. Kemudian dilakukan analisis data untuk

membandingkan perbedaan waktu antara metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Project Evaluation Review Technique (PERT)*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Model Jaringan Kerja

Model jaringan kerja yang digunakan pada penelitian ini menggunakan konsep AON (*Activity On Node*). Dari hasil analisis hubungan antar kegiatan proyek diatas, maka model jaringan kerjanya seperti gambar berikut.



Gambar 1 Model Jaringan Kerja

Tabel 1 Aktivitas Proyek

Simbol	Aktivitas Proyek
A	Pemasangan pipa di sumur
B	Penyambungan pipa dari sumur ke tangki reservoir
C	Pemasangan pipa dari tangki reservoir ke rumah pompa
D	Pemasangan pipa di sisi selatan area produksi
E	Pemasangan pipa di area kantin
F	Pemasangan pipa untuk toilet dan wastafel di area kantin
G	Pemasangan pipa di sisi timur area produksi
H	Pemasangan pipa untuk toilet dan wastafel di sisi timur area produksi
I	Pemasangan pipa di sisi barat area produksi
J	Pemasangan pipa untuk toilet dan mushola di sisi barat area produksi
K	Penyambungan pipa dari sisi barat ke sisi timur area produksi (di dalam area produksi)
L	Pemasangan pipa di sisi utara area produksi
M	Pemasangan pipa untuk pos satpam
N	Pemasangan pipa di area kantor administrasi
O	Finishing pipa (pengecatan)

2) Perhitungan CPM

Langkah awal dalam perhitungan pada metode CPM ini terdapat 2 macam perhitungan yaitu perhitungan maju (*backward pass*) dan perhitungan maju (*backward pass*). Didalam perhitungan forward dan backward terdapat beberapa nilai didalamnya yaitu nilai ES (*Earliest Start*), EF (*Earliest Finish*), LS (*Latest Start*), dan LF (*Latest Finish*). Hasil perhitungan forward dan backward dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Forward Pass* dan *Bakward Pass* Metode CPM

Simbol	Pendahulu	Durasi (hari)	Forward		Backward	
			ES	EF	LS	LF
A	-	1	0	1	0	1
B	A	5	1	6	1	6
C	B	4	6	10	6	10
D	C	8	10	18	10	18
E	D	3	18	21	44	47
F	E	2	21	23	47	49
G	D	16	18	34	18	34
H	G	3	34	37	34	37
I	D	2	18	20	32	34
J	I	3	20	23	34	37

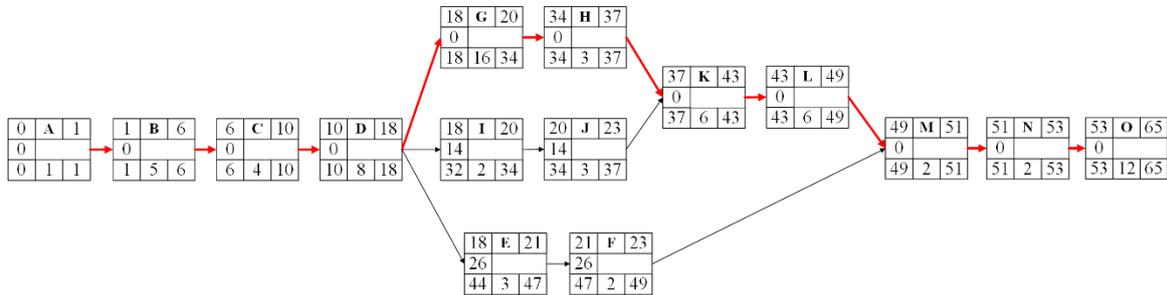
Simbol	Pendahulu	Durasi (hari)	Forward		Backward	
			ES	EF	LS	LF
K	H, J	6	37	43	37	43
L	K	6	43	49	43	49
M	F, L	2	49	51	49	51
N	M	2	51	53	51	53
O	N	12	53	65	53	65

Setelah didapatkan nilai ES (*Earliest Start*), EF (*Earliest Finish*), LS (*Latest Start*), dan LF (*Latest Finish*), kemudian dilakukan perhitungan total float untuk menentukan lintasan kritis pada aktivitas proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X. hasil perhitungan total float dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Total Float Metode CPM

Simbol	Total Float	Keterangan
A	0	Kritis
B	0	Kritis
C	0	Kritis
D	0	Kritis
E	26	Tidak Kritis
F	26	Tidak Kritis
G	0	Kritis
H	0	Kritis
I	14	Tidak Kritis
J	14	Tidak Kritis
K	0	Kritis
L	0	Kritis
M	0	Kritis
N	0	Kritis
O	0	Kritis

Setelah didapatkan hasil perhitungan forward pass, backward pass, dan total float, maka bentuk model jaringan kerja metode CPM akan menjadi seperti gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Model Jaringan Kerja Metode CPM Dengan Jalur Kritis

Dapat dilihat pada gambar 2, garis merah mewakili jalur kritis dan garis panah warna hitam mewakili jalur yang tidak kritis. Pada model jaringan kerja metode CPM diatas, didapatkan aktivitas yang termasuk ke jalur kritis adalah aktivitas A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O. Sedangkan aktivitas yang tidak termasuk di jalur kritis adalah aktivitas E, F, I, dan J.

3) Perhitungan PERT

Perhitungan pada metode ini hamper sama dengan perhitungan pada metode CPM, namun pada metode PERT ini menggunakan 3 dugaan waktu yaitu waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis. Untuk ketiga dugaan waktu tersebut dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Estimasi Waktu Optimis, Realistis, dan Pesimis

Simbol	Pendahulu	Durasi Optimis	Durasi Realistis	Durasi Pesimis
		a	m	b
A	-	1	1	2
B	A	3	5	7
C	B	3	4	5
D	C	5	8	10
E	D	2	3	5
F	E	1	2	4
G	D	13	16	18
H	G	2	3	5
I	D	1	2	3
J	I	2	3	5
K	H, J	5	6	9
L	K	5	6	8
M	F, L	1	2	3
N	M	1	2	5
O	N	10	12	16

Setelah ditentukan ketiga dugaan waktunya, kemudian dilakukan perhitungan durasi yang diharapkan (t_e) untuk dijadikan acuan dalam durasi per aktivitasnya. Hasil perhitungan durasi waktu yang diharapkan dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Durasi Waktu Yang Diharapkan

Simbol	Durasi Optimis (a)	Durasi Realistis (m)	Durasi Pesimis (b)	$T_e = \frac{a + 4(m) + b}{6}$
A	1	1	2	1,2
B	3	5	7	5
C	3	4	5	4
D	5	8	10	7,8
E	2	3	5	3,2
F	1	2	4	2,2
G	13	16	18	15,8
H	2	3	5	3,2
I	1	2	3	2
J	2	3	5	3,2
K	5	6	9	6,3
L	5	6	8	6,2
M	1	2	3	2
N	1	2	5	2,3
O	10	12	16	12,3

Setelah didapatkan durasi waktu yang diharapkan (t_e), selanjutnya dilakukan perhitungan forward pass dan backward pass. Untuk menghitung forward pass dan backward pass caranya sama dengan perhitungan pada metode CPM yang didalamnya juga berisi nilai ES (*Earliest Start*), EF (*Earliest Finish*), LS (*Latest Start*), dan LF (*Latest Finish*). Hasil perhitungan forward pass dan backward pass dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Forward Pass dan Backward Pass Metode PERT

Simbol	Pendahulu	Durasi (hari)	Forward		Backward	
			ES	EF	LS	LF
A	-	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2
B	A	5,0	1,2	6,2	1,2	6,2

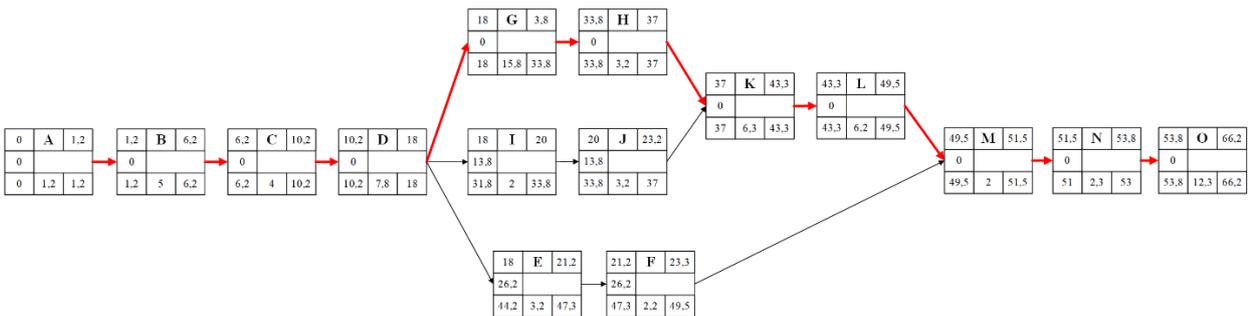
Simbol	Pendahulu	Durasi (hari)	Forward		Backward	
			ES	EF	LS	LF
C	B	4,0	6,2	10,2	6,2	10,2
D	C	7,8	10,2	18,0	10,2	18,0
E	D	3,2	18,0	21,2	44,2	47,3
F	E	2,2	21,2	23,3	47,3	49,5
G	D	15,8	18,0	33,8	18,0	33,8
H	G	3,2	33,8	37,0	33,8	37,0
I	D	2,0	18,0	20,0	31,8	33,8
J	I	3,2	20,0	23,2	33,8	37,0
K	H, J	6,3	37,0	43,3	37,0	43,3
L	K	6,2	43,3	49,5	43,3	49,5
M	F, L	2,0	49,5	51,5	49,5	51,5
N	M	2,3	51,5	53,8	51,5	53,8
O	N	12,3	53,8	66,2	53,8	66,2

Setelah didapatkan nilai ES (*Earliest Start*), EF (*Earliest Finish*), LS (*Latest Start*), dan LF (*Latest Finish*), kemudian dilakukan perhitungan total float untuk menentukan lintasan kritis pada aktivitas proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X. hasil perhitungan total float dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Total Float Pada Metode PERT

Simbol	Total Float	Keterangan
A	0	K
B	0	K
C	0	K
D	0	K
E	26,2	TK
F	26,2	TK
G	0	K
H	0	K
I	13,8	TK
J	13,8	TK
K	0	K
L	0	K
M	0	K
N	0	K
O	0	K

Setelah didapatkan hasil perhitungan forward pass, backward pass, dan total float, maka bentuk model jaringan kerja metode CPM akan menjadi seperti gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Model Jaringan Kerja Metode PERT Dengan Jalur Kritis

Dapat dilihat pada gambar 2, garis merah mewakili jalur kritis dan garis panah warna hitam mewakili jalur yang tidak kritis. Pada model jaringan kerja metode PERT diatas, didapatkan aktivitas yang termasuk ke jalur kritis

adalah aktivitas A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O. Sedangkan aktivitas yang tidak termasuk di jalur kritis adalah aktivitas E, F, I, dan J. Setelah didapatkan jalur kritis pada metode PERT, langkah selanjutnya adalah menentukan standar deviasi dan varians setiap kegiatannya. Hasil perhitungan standar deviasi dan varians dapat dilihat pada tabel.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Standar Deviasi dan Varians

Simbol	Durasi Optimis (a)	Durasi Pesimis (b)	$S = \frac{b - a}{6}$	V (te) S^2
A	0,17	0,03	0,17	0,03
B	0,67	0,44	0,67	0,44
C	0,33	0,11	0,33	0,11
D	0,83	0,69	0,83	0,69
G	0,83	0,69	0,83	0,69
H	0,50	0,25	0,50	0,25
K	0,67	0,44	0,67	0,44
L	0,50	0,25	0,50	0,25
M	0,33	0,11	0,33	0,11
N	0,67	0,44	0,67	0,44
O	1,00	1,00	1,00	1,00
$\sum V(te)$			4,47	
Standar Deviasi			2,11	

Setelah mendapatkan nilai standar deviasi, selanjutnya menentukan nilai Z untuk menentukan probabilitas proyek pengerjaan instalasi pipa air pada PT. X

$$Z = \frac{Td - Te}{S}$$

$$Z = \frac{65 - 66,17}{2,11}$$

$$Z = -0,55$$

Z menandakan peluang penyelesaian proyek. Jika Z bernilai -0,55 maka didapatkan hasil sebesar 0,2912 (dapat dilihat pada tabel distribusi normal z). Sehingga nilai probabilitas proyek dalam waktu 65 hari adalah $1 - 0,2912 = 0,7088$ yang dimana peluang proyek dapat terselesaikan dalam waktu 65 hari sebesar 70,88%.

4) Pembahasan

Tabel 9 Perbandingan Metode CPM dan PERT

Keterangan	METODE	
	<i>Critical Path Method (CPM)</i>	<i>Project Evaluation and Review Technique (PERT)</i>
Penggunaan waktu	Pada metode ini penggunaan waktunya hanya menggunakan satu dugaan waktu.	Pada metode ini penggunaan waktunya menggunakan tiga dugaan waktu, yaitu waktu optimis, waktu realistis, dan waktu pesimis.
Total durasi	Berdasarkan hasil perhitungan dengan lintasan kritis yang didapatkan, yaitu A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O, dengan total waktu selama 65 hari kerja.	Berdasarkan hasil perhitungan dengan lintasan kritis yang didapatkan, yaitu A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O, dengan total waktu selama 66,2 hari kerja. Berdasarkan tabel Z distribusi normal yang dimana Z bernilai -0,55, maka didapatkan peluang 0,7088 yang artinya ada peluang sebesar 70,88% untuk menyelesaikan proyek dalam kurun waktu 65 hari kerja
Model jaringan kerja	Pada kedua metode ini sama-sama menggunakan jaringan kerja model AON (<i>Activity On Node</i>)	

Perbandingan antar metode CPM dan PERT yaitu metode CPM dengan lintasan kritis A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O hanya dengan menggunakan satu dugaan waktu mendapatkan jumlah durasi waktu selama 65 hari yang dimana lebih cepat 1,15% dari waktu normalnya yaitu 75 hari. Sedangkan pada metode PERT yang menggunakan tiga dugaan waktu yaitu waktu optimis, realistik dan pesimis dengan lintasan kritis yang sama yaitu A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O mendapatkan jumlah durasi waktu selama 66,2 hari kerja yang dimana lebih cepat 1,13%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data diatas, dapat ditarik kesimpulannya yaitu jalur kritis antara kedua metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Project Evaluation Review Technique* (PERT) adalah aktivitas A-B-C-D-G-H-K-L-M-N-O dengan waktu penyelesaian yang berbeda. Pada metode CPM, proyek dapat terselesaikan dengan total waktu selama 65 hari kerja yang dimana lebih cepat 1,15% dari waktu normalnya. Sedangkan pada metode PERT, proyek dapat terselesaikan dengan total waktu selama 66,2 hari kerja dengan peluang 70,88% yang dimana lebih cepat 1,13% dari waktu normalnya.

5. REFERENCES

- Khoiroh, S. M. (2018). MENGOPTIMALKAN CRASHING PROJECT PEMASANGAN SALURAN RUMAH DI PERUMAHAN X DENGAN PENDEKATAN CPM-PERT, *15*(1), 39–48.
- Mayasari, A. (2015). PENERAPAN METODE PERT DAN CPM (STUDI PADA PERUSAHAAN BAJA SAKTI Construction). *Doctoral Dissertation, UAJY*, 1–60. Retrieved from <http://e-journal.uajy.ac.id/7763/3/EM218536.pdf>
- Oktaviari, E. A. (2019). Bab II Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689. Retrieved from <https://repository.bsi.ac.id/index.php/unduh/item/257726/File-10-BAB-II.pdf>
- Putri, G., & Murnawan, H. (2023). Analisis Penjadwalan Proyek Pembuatan Grab Bucket Ship Unloader Menggunakan Metode CPM (Studi Kasus: PT. PLN (Persero) Pusharlis UP2W VI Surabaya). *Nusantara Journal of Multidisciplinary ...*, *1*(5), 1073–1080. Retrieved from <https://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/view/181%0Ahttps://jurnal.intekom.id/index.php/njms/article/download/181/159>
- Suryanto, S. (2017). Efisiensi Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan MetodE Crashing (Studi Kasus: Proyek Pekerjaan Pembangunan Gedung Inspektorat Kota Yogyakarta). *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 5–24.