

Penerapan CPM Dan PERT Pada Proyek Pembuatan Mesin *Flange Roller Slurry Press* : Studi Kasus di PT.XYZ

R.M. Sugengriadi¹, Nela resa¹

¹Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Corresponding author: sugeng.riadi@stttxmaco.ac.id

Received 28 Juli 2022 | *Revised* 19 Agustus 2022 | *Accepted* 12 September 2022

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur dan fabrikasi alat industri. Karena sifat produk yang sangat unik dan bervariasi tinggi, perusahaan menerapkan sistem *made-to-order* dan melakukan proses produksinya dengan pendekatan proyek. Salah satu proyek yang berjalan mengalami masalah penundaan dan perlu dilakukan evaluasi dan penjadwalan ulang. Penelitian ini bertujuan untuk menjadwalkan ulang dan mendapatkan gambaran umum tentang durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. *Gantt chart*, *Critical Path Method* (CPM), dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) digunakan untuk memvisualisasikan jadwal dan alur aktivitas yang ada pada proyek. Hasil analisa menunjukkan bahwa terdapat 24 aktivitas dalam proyek ini dan hanya dua aktivitas yang memiliki *slack*. Walaupun begitu, probabilitas proyek selesai dikerjakan sesuai dengan target perusahaan adalah 95%.

Kata kunci: Manajemen Proyek, PERT, CPM, Gantt Chart, Penjadwalan Ulang

ABSTRACT

PT. XYZ is an industrial equipment manufacturer and fabricator. Due to the unique nature and high variation in their product, the company utilize made-to-order system and run their production by project. One of the project suffers delay and need to be evaluated and rescheduled. This study aims to map the duration needed to complete the project and establish new schedule. We use Gantt chart, Critical Path Method (CPM), and Program Evaluation and Review Technique (PERT) to visualize the schedule and activities path available in the project. The result show that there are 24 activities in the project. Most of activities are on critical path except activity C and F. However, the project has 95% probability to finish on time.

Keywords: Project Management, PERT, CPM, Gantt Chart, Reschedule

1. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur peralatan industri dan fabrikasi seperti *open die forging, pressure vessel, heat exchanger, boiler, turbine, dan flange roller*. Perusahaan melakukan produksi dengan sistem *made-to-order*, yaitu perusahaan memulai proses fabrikasi pesanan konsumen setelah order diterima. Pendekatan proyek digunakan untuk mengelola proses fabrikasi setiap pesanan karena sifat produk PT. XYZ yang berukuran sangat besar dengan tingkat variasi yang sangat tinggi dan unik [1].

Saat ini perusahaan sedang mengalami penundaan pada proyek pembuatan *flange roller* yang disebabkan oleh kerusakan salah satu mesin produksi. PT. XYZ ingin melakukan evaluasi ulang dengan menyusun jadwal baru untuk meminimalisir keterlambatan dan mendapatkan gambaran umum waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Pendekatan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dan *Critical Path Method* (CPM) dipilih untuk membantu perusahaan dalam menjadwalkan, memonitor dan mengendalikan proyek.

Pendekatan PERT dan CPM merupakan metode dapat diaplikasikan untuk pengelolaan proyek dalam berbagai bidang seperti sistem informasi [2], konstruksi [3]–[6], rekayasa [7], dan pengembangan produk [8]. Penelitian terdahulu juga menunjukkan penggunaan PERT dan CPM untuk mengelola proses produksi berbasis proyek [9]–[11] serta penjadwalan ulang proyek yang mengalami kendala [12]–[14].

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk melakukan penjadwalan ulang proyek fabrikasi *flange roller*, mengidentifikasi jalur kritis kegiatan, dan menghitung perkiraan waktu yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek ini.

2. METODE

2.1 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek dilakukan dengan cara mengurutkan dan mengalokasikan waktu untuk seluruh kegiatan proyek. Salah satu metode penjadwalan proyek yang sering digunakan adalah *Gantt chart* [15]. *Gantt chart* memecah kegiatan proyek menjadi aktivitas -aktivitas kecil dan memvisualisasikan durasi tiap aktivitas dalam diagram batang.

Proyek pembuatan *flange roller* dipecah berdasarkan aktivitas – aktivitas yang diperlukan untuk memproduksi *flange roller* serta diestimasi durasi yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas. Selanjutnya *Gantt chart* dibuat berdasarkan aktivitas dan durasi yang telah ditetapkan untuk memudahkan peneliti memvisualisasi proyek secara keseluruhan.

Gantt chart bermanfaat untuk memvisualisasikan aktivitas dan durasi dari setiap kegiatan, namun tidak menunjukkan hubungan timbal balik antar aktivitas dan sumber daya [15]. Oleh karena itu, *program evaluation and review technique* (PERT) dan *critical path method* (CPM) digunakan untuk mendukung analisa dalam penelitian ini.

2.2 Critical Path Method (CPM)

CPM menentukan rentang tanggal suatu aktivitas dapat terjadi dengan menghitung waktu tercepat dan terlambat suatu aktivitas dapat mulai dan selesai berdasarkan diagram jaringan dan durasi aktivitas [16]. Referensi [16] juga menjelaskan langkah – langkah penggunaan CPM adalah sebagai berikut:

1. Gambar diagram jaringan berdasarkan sifat hubungan antar aktivitas

2. Buat kotak untuk penulisan informasi *earliest start* (ES), *earliest finis* (EF), *latest start* (LS) dan *latest finish* (LF)
3. Masukkan durasi aktivitas pada diagram
4. Lakukan *forward pass* untuk menghitung ES dan EF
5. Lakukan *backward pass* untuk menghitung LS dan LF
6. Hitung *float/slack time*
7. Identifikasi jalur kritis.

Pembuatan diagram jaringan pada penelitian menggunakan pendekatan *activity-on-arc* (AOA) dimana aktivitas proyek direpresentasikan melalui panah yang terdapat pada diagram [15]. Adapun cara kalkulasi dalam *forward pass*, *backward pass*, *float/slack* dijelaskan pada persamaan berikut:

1. *Forward pass*

$$ES = \text{Max}\{EF \text{ dari seluruh aktivitas terdekat sebelumnya}\} \quad (1)$$

$$EF = ES + \text{durasi aktivitas} \quad (2)$$

2. *Backward pass*

$$LF = \text{Min}\{LS \text{ dari seluruh aktivitas terdekat setelahnya}\} \quad (3)$$

$$LS = LF - \text{durasi aktivitas} \quad (4)$$

3. *Float/slack time*

$$\text{slack} = LS - ES \text{ atau } \text{slack} = LF - EF \quad (5)$$

2.3 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Teknik PERT dilakukan untuk melengkapi analisa CPM dalam mengidentifikasi ketidakpastian yang dapat terjadi pada setiap aktivitas khususnya aktivitas yang berada dalam jalur kritis [15]. PERT membagi estimasi waktu untuk setiap aktivitas menjadi tiga yaitu waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m). Tiga estimasi waktu tersebut digunakan sebagai input dalam menghitung waktu yang diharapkan (T_e), standar deviasi (s), dan variansi (s^2) pelaksanaan aktivitas berdasarkan distribusi beta. Probabilitas proyek selesai tepat waktu juga dihitung pada akhir penelitian. Adapun formula yang digunakan untuk kalkulasi variabel dalam PERT adalah sebagai berikut:

$$T_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (6)$$

$$S = \frac{b-a}{6} \quad (7)$$

$$\text{Probabilitas} = Z = \frac{\text{Due date} - T_e}{s} \quad (8)$$

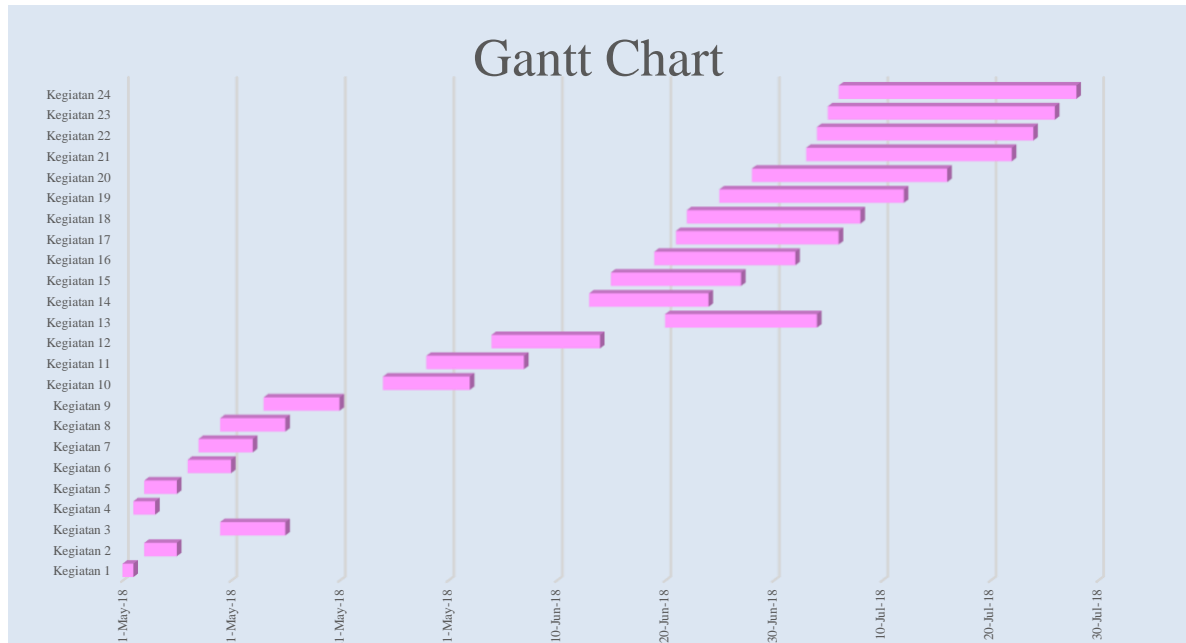
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penjadwalan Proyek

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, terdapat 24 aktivitas yang dilakukan dalam proyek pembuatan *flange roller* dengan estimasi durasi penyelesaian proyek selama 74 hari. Proyek dimulai pada tanggal 01 Mei 2018 sampai 06 Juli 2018 tanpa mempertimbangkan hari libur. Tabel 1 menunjukkan aktivitas dan durasi aktivitas proyek secara detail. Selanjutnya, data dalam Tabel 1 diolah menjadi *Gantt chart* untuk memudahkan proses analisa. Gambar 1 menunjukkan data yang telah diolah.

Tabel 1. Aktivitas Proyek

No	Task Name	Durasi	Start	Finish
0	<i>Product FLANGE ROLLER</i>	74	01 Mei 2018	06 Juli 2018
1	<i>removing old shell by flame cut</i>	2	01 Mei 2018	02 Mei 2018
2	<i>turning outside on horizon lathe</i>	5	03 Mei 2018	09 Mei 2018
3	<i>check actual size of shell</i>	1	10 Mei 2018	10 Mei 2018
4	<i>cut plate 40 for shells</i>	2	02 Mei 2018	03 Mei 2018
5	<i>rolling on boldrini M/c</i>	3	03 Mei 2018	07 Mei 2018
6	<i>cutting allowance/pre,bendt</i>	2	07 Mei 2018	08 Mei 2018
7	<i>fit-up & long seam weld</i>	7	08 Mei 2018	16 Mei 2018
8	<i>rerolling the shells</i>	5	10 Mei 2018	16 Mei 2018
9	<i>borring ID as drawing (SF)</i>	9	14 Mei 2018	24 Mei 2018
10	<i>shrink fitting shells to roller</i>	2	25 Mei 2018	28 Mei 2018
11	<i>welding for cicum joints</i>	4	29 Mei 2018	01 Juni 2018
12	<i>machining OD & grooves as drawing</i>	12	04 Juni 2018	19 Juni 2018
13	witnes inspection by cust.	1	20 Juni 2018	20 Juni 2018
14	<i>prepare screen by rolling</i>	2	13 Juni 2018	14 Juni 2018
15	<i>welding all circum joints</i>	2	15 Juni 2018	18 Juni 2018
16	<i>rerolling all screen</i>	1	19 Juni 2018	19 Juni 2018
17	<i>inserting screens to roller</i>	1	21 Juni 2018	21 Juni 2018
18	<i>grooving the but joints</i>	1	22 Juni 2018	22 Juni 2018
19	<i>welding all circum joints</i>	3	25 Juni 2018	28 Juni 2018
20	<i>final machining</i>	3	28 Juni 2018	02 Juli 2018
21	<i>witness inspection by cust.</i>	1	03 Juli 2018	03 Juli 2018
22	<i>installing flange & bolts</i>	1	04 Juli 2018	04 Juli 2018
23	<i>painting & tagging</i>	1	05 Juli 2018	05 Juli 2018
24	<i>Packing</i>	1	06 Juli 2018	06 Juli 2018



Gambar 1. Gantt Chart Proyek Pembuatan *Flange Roller*

3.2 Analisa CPM

Kodifikasi sederhana dilakukan bagi setiap aktivitas untuk mempermudah pembuatan diagram CPM. Huruf alfabetis digunakan dalam kodifikasi kegiatan proyek secara berurutan berdasarkan Tabel 1. Kegiatan nomor satu pada Tabel 1 diberi kode A, kegiatan nomor dua diberi kode B, dan seterusnya. Selanjutnya, urutan kegiatan diidentifikasi untuk menentukan aktivitas – aktivitas yang perlu didahulukan.

Kalkulasi ES, EF, LS, dan LF dilakukan setelah aktivitas telah diurutkan lalu dilanjutkan dengan menghitung *slack* dari setiap kegiatan. Contoh kalkulasi untuk kegiatan G adalah sebagai berikut:

$$ES (G) = MAX\{11,11\} = 11$$

$$EF (G) = 11 + 7 = 18$$

$$LF (G) = MIN\{18\} = 18$$

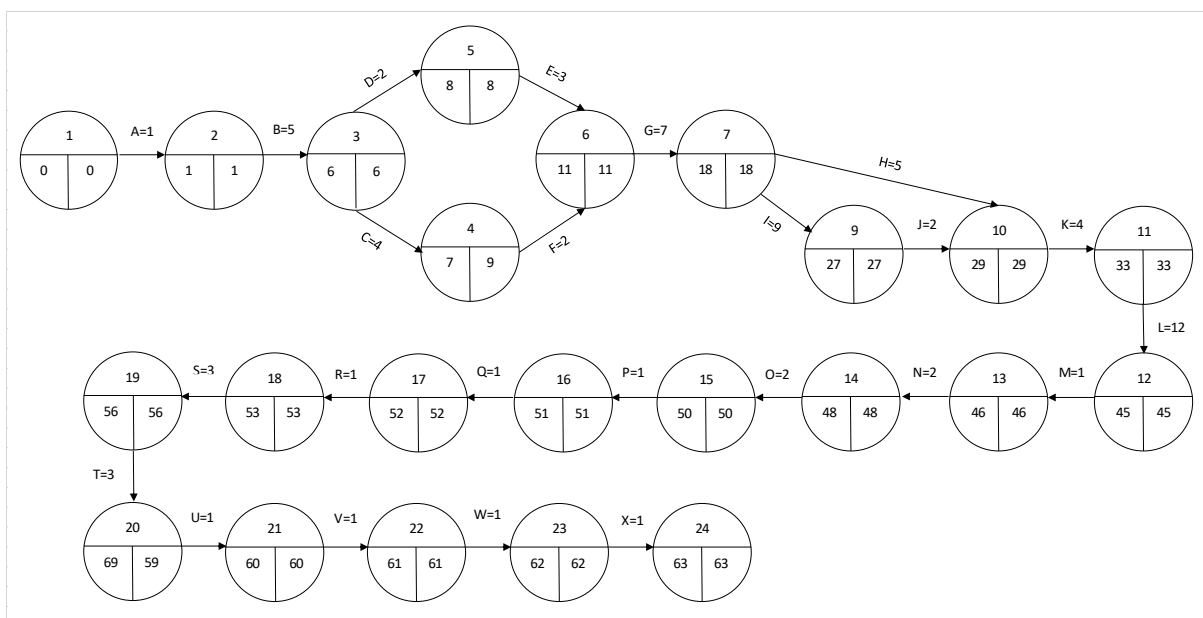
$$LS (G) = 18 - 7 = 11$$

$$Slack (G) = 11 - 11 = 0 \text{ atau } 18 - 18 = 0$$

Berdasarkan contoh kalkulasi diatas, dapat disimpulkan bahwa aktivitas G termasuk dalam jalur kritis karena nilai *slack* = 0. Tabel 2 menunjukkan hasil kodifikasi dan proses kalkulasi untuk seluruh kegiatan proyek pembuatan *flange roller*. Hasil kalkulasi tersebut digambarkan dalam bentuk grafik jaringan yang ditunjukkan oleh Gambar 2.

Tabel 2. Kodifikasi Aktivitas dan Kalkulasi CPM

No Aktivitas	Aktivitas Pendahulu	Aktivitas	Durasi	ES	EF	LS	LF	S1	S2	Total Slack
1	-	A	2	0	1	0	1	0	0	0
2	A	B	5	1	6	1	6	0	0	0
3	B	C	1	6	7	6	9	0	2	2
4	B	D	2	6	8	6	8	0	0	0
5	D	E	3	8	11	8	11	0	0	0
6	C	F	2	7	11	9	11	2	0	2
7	E,F	G	7	11	18	11	18	0	0	0
8	G	H	5	18	29	18	29	0	0	0
9	H	I	9	18	27	18	27	0	0	0
10	I	J	2	27	29	27	29	0	0	0
11	J	K	4	29	33	29	33	0	0	0
12	K	L	12	33	45	33	45	0	0	0
13	L	M	1	45	46	45	46	0	0	0
14	M	N	2	46	48	46	48	0	0	0
15	N	O	2	48	50	48	50	0	0	0
16	O	P	1	50	51	50	51	0	0	0
17	P	Q	1	51	52	51	52	0	0	0
18	Q	R	1	52	53	52	53	0	0	0
19	R	S	3	53	56	53	56	0	0	0
20	S	T	3	56	59	56	59	0	0	0
21	T	U	1	59	60	59	60	0	0	0
22	U	V	1	60	61	60	61	0	0	0
23	V	W	1	61	62	61	62	0	0	0
24	W	X	1	62	63	62	63	0	0	0



Gambar 2. Grafik Jaringan CPM Proyek Pembuatan Flange Roller

Hasil analisa CPM pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hampir seluruh aktivitas proyek pembuatan *flange roller* berada dalam jalur kritis kecuali aktivitas C dan F yang memiliki *slack* masing – masing selama dua hari. Hal ini perlu menjadi perhatian perusahaan agar pelaksanaan aktivitas pada jalur kritis tidak terlambat.

3.3 Analisa PERT

Analisa PERT dilakukan untuk memperkirakan probabilitas suatu proyek akan selesai dalam rentang waktu tertentu berdasarkan waktu pesimis, mungkin dan optimis. Tabel 3 menunjukkan ketiga waktu tersebut berdasarkan diskusi dengan manajemen perusahaan. Nilai durasi yang diharapkan dan standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan (6) dan (7) berdasarkan nilai dalam Tabel 3. Hasil kalkulasi menunjukkan bahwa nilai durasi yang diharapkan adalah 69 hari dengan standar deviasi 1.7 hari.

Perusahaan menentukan target penyelesaian proyek pembuatan *flange roller* harus selesai dalam 72 hari. Perusahaan ingin mengetahui probabilitas proyek akan selesai sesuai target. Nilai probabilitas dapat dihitung menggunakan persamaan (8) dengan hasil 1.76. Nilai tersebut dikonversi menjadi probabilitas menggunakan Tabel Nilai Z dan didapatkan probabilitas sebesar 0.95 atau 95%.

Tabel 3. Kodifikasi Aktivitas dan Kalkulasi PERT

No	Aktivitas	Durasi (Hari)		
		Waktu optimis (a)	Waktu mungkin (m)	Waktu pesimis (b)
1	A	1	4	6
2	B	3	5	7
3	C	1	1	1
4	D	1	2	4
5	E	2	3	5
6	F	2	2	4
7	G	4	7	9
8	H	3	5	7
9	I	5	9	11
10	J	1	2	4
11	K	2	4	6
12	L	8	12	14
13	M	1	1	3
14	N	1	2	4
15	O	1	2	4
16	P	1	1	1
17	Q	1	1	1
18	R	1	1	1
19	S	1	3	5
20	T	1	3	5
21	U	1	1	1
22	V	1	1	1
23	W	1	1	1
24	X	1	1	1
Total		65	68	75

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah diuraikan, proyek pembuatan *flange roller* pada PT. XYZ memiliki 24 aktivitas yang harus diselesaikan selama 72 hari. Berdasarkan analisa CPM, hampir seluruh aktivitas pada proyek ini berada dalam jalur kritis kecuali aktivitas C dan F yang memiliki *slack* untuk masing – masing aktivitas selama dua hari. Analisa PERT menunjukkan bahwa proyek ini memiliki nilai durasi yang diharapkan sebesar 69 hari dengan standar deviasi 1.7 hari. Berdasarkan analisa PERT, probabilitas proyek pembuatan *flange roller* selesai dalam waktu 72 hari adalah 95%

DAFTAR RUJUKAN

- [1] L. Sanchez and B. Blanco, "Business process management in project-based companies: A new methodology," *International Journal of Advances in Management and Economics*, vol. 1, no. 3, pp. 35–41, 2012.
- [2] A. Abdurrazyid, L. Luqman, A. Haris, and I. Indrianto, "Implementasi Metode PERT dan CPM pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Pembangunan Kapal," *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 28–36, Jun. 2019, doi: 10.23917/khif.v5i1.7066.
- [3] E. D. Yusdiana and I. Satyawisudarini, "Penerapan metode pert dan cpm dalam pelaksanaan proyek pembangunan jalan paving untuk mencapai efektivitas waktu penyelesaian proyek," *Almana: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, vol. 2, no. 3, pp. 20–30, 2018, doi: <https://doi.org/10.36555/almana.v2i3.149>.
- [4] 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)," *Konstruksia*, vol. 13, no. 1, pp. 164–180, 2021, doi: [https://doi.org/10.24853/jk.13.1.164–180](https://doi.org/10.24853/jk.13.1.164-180).
- [5] D. Taurusyanti and M. F. Lesmana, "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode PERT dan CPM Pada PT Buana Masa Metalindo," *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, vol. 1, no. 1, pp. 32–36, 2015.
- [6] W. Yuwono, M. E. Kaukab, and Y. Mahfud, "Kajian Metode PERT-CPM dan Pemanfaatannya dalam Manajemen Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek," *Journal of Economic, Management, Accounting and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 192–214, Aug. 2021, doi: 10.32500/jematech.v4i2.1925.
- [7] J. Oka and D. Kartikasari, "EVALUASI MANAJEMEN WAKTU PROYEK MENGGUNAKAN METODE PERT DAN CPM PADA Pengerjaan 'PROYEK REPARASI CRANE LAMPSON' DI PT MCDERMOTT INDONESIA," *JOURNAL OF APPLIED BUSINESS ADMINISTRATION*, vol. 1, no. 1, pp. 28–36, Apr. 2019, doi: 10.30871/jaba.v1i1.1257.
- [8] A. Angelin and S. Ariyanti, "ANALISIS PENJADWALAN PROYEK NEW PRODUCT DEVELOPMENT MENGGUNAKAN METODE PERT DAN CPM," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 6, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v6i1.3025.
- [9] R. P. Sari, O. Jayadi, and L. T. Nugraha, "Optimalisasi Proses Manufaktur dalam Pembuatan Pipa Union dengan Menggunakan Metode Hungarian dan PERT/CPM," *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [10] T. I. Julkarnaen, L. Herlina, and K. Kulsum, "Analisa Perbaikan Penjadwalan Perakitan Panel Listrik Dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus: PT. Mega Karya Engineering)," *Jurnal Teknik Industri Untirta*, vol. 3, no. 1, 2015.

- [11] A. B. Sulistyono, I. Rifki, and P. Gautama, "EVALUASI PROYEK FABRIKASI MATARBARI UNIT-02 DENGAN METODE CPM DAN PERT PT. DUI ESA UNGGUL," *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, vol. 5, no. 1, pp. 14–27, 2022.
- [12] T. Tamalika, D. Maryadi, M. Z. Hermanto, I. S. Fuad, and M. N. Alamsyah, "Analisis Penjadwalan Ulang Proyek Power House pada Rumah Sakit dengan Metoda PERT, CPM dan Fishbone Diagram (Studi Kasus Pada Kontraktor Di Kota Palembang)," in *Prosiding Seminar Nasional Mercu Buana Conference on Industrial Engineering, 2022*, vol. 4, pp. 164–172.
- [13] F. P. Utomo and M. Mulyono, "Penjadwalan ulang proyek konstruksi menggunakan metode PDM dan CPM (studi kasus pada pembangunan Toserba Yogya di Pekalongan)," *Unnes Journal of Mathematics*, pp. 63–74, 2021.
- [14] A. Maskur and M. Saadudin, "EVALUASI PENGENDALIAN WAKTU DAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE PERT PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN DI KABUPATEN CIAMIS," *Jurnal Ilmu Sipil (JALUSI)*, vol. 1, no. 1, pp. 16–35, 2019.
- [15] J. Heizer and B. Render, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson, 2014. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=YRt1MAEACAAJ>
- [16] C. S. Dionisio, *A Project Manager's Book of Tools and Techniques*. Wiley, 2018. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=XwtNDwAAQBAJ>