

Perencanaan Penjadwalan Perawatan Alat Berat *Mobile Crane* Menggunakan Metode CPM (Studi Kasus: PT Menara Riau Perkasa)

Rozar Rayendra^{1*}, Dedi Dermawan¹, Muhammad Qurthuby¹, Faradila Ananda Yul¹,
Viona Aulia Rahmi², Indria Olyvhia Sinatra¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

Jalan Tuanku Tambusai Ujung, Kelurahan Delima, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru, Riau

E-mail: rozarrayendra@umri.ac.id*

Abstract

PT. Menara Riau Perkasa is a company engaged in the rental of heavy equipment. The maintenance process unscheduled mobile crane heavy equipment is quite long within 5 days including overtime and rest hours and 1 day is inspection. Ordering heavy equipment for 6 days so that the company is often in a hurry for the maintenance process. Therefore, optimization of mobile crane maintenance is carried out by measuring the duration of each maintenance process using the Critical Path Method (CPM). This method is used to identify tasks needed in completing the project and determine scheduling flexibility. This method can complete the maintenance process with an effective time of 2.8 days with 8 hours of operation without rest hours and inspection for 1 day so that the total completion is 3.8 days. The use of the CPM method can reduce the maintenance process time because there are 2 main maintenance process activities that can be done at once with limited leeway time for the battery water process and hydraulic repairs.

Keywords: CPM, Maintenance, Optimizing, Scheduling, Mobile Crane

Abstrak

PT Menara Riau Perkasa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyewaan alat berat. Proses perawatan pada alat berat *mobile crane* yang tidak terjadwal dalam waktu 5 hari termasuk waktu lembur dan jam istirahat serta 1 hari adalah inspeksi. Pemesanan alat berat selama 6 hari sehingga perusahaan sering sekali terburu – buru proses perawatannya. Oleh karena itu, dilakukan optimasi perawatan *mobile crane* dengan mengukur durasi setiap proses perawatan menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi tugas yang dibutuhkan dalam penyelesaian proyek dan menentukan fleksibilitas penjadwalan. Metode tersebut dapat menyelesaikan proses perawatan dengan waktu efektif selama 2,8 hari dengan jam operasional 8 jam tanpa jam istirahat serta inspeksi selama 1 hari sehingga total penyelesaian selama 3,8 hari. Penggunaan metode CPM dapat mengurangi waktu proses perawatan dikarenakan terdapat 2 aktivitas utama proses perawatan yang dapat dikerjakan sekaligus dengan dibatasi waktu kelonggaran pada proses air aki dan perbaikan hidrolik.

Kata Kunci: CPM, Perawatan, Penjadwalan, Mobile Crane

1. Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi dapat ditandai dengan semakin banyaknya proyek-proyek pembangunan. Upaya pemerintah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dilakukan di berbagai bidang seperti telekomunikasi, transportasi dan infrastruktur [1]. Proyek konstruksi sangat bergantung pada aksesibilitas alat berat yang berfungsi dengan baik yang menjadi ujung tombak penyelesaian proyek. Proyek konstruksi selama pelaksanaannya biasanya melibatkan banyak

pemangku kepentingan dan dipengaruhi oleh banyak faktor internal dan eksternal [2]. Selain itu, perencanaan dalam manajemen proyek perlu memperhatikan risiko karena banyaknya ketidakpastian yang dapat terjadi dalam suatu proyek. Ketidakpastian terjadi dalam suatu proyek yang dapat mengalami percepatan atau perlambatan yang disebabkan oleh beberapa faktor antara lain penjadwalan, pengadaan material, biaya dan produktivitas pekerja [3]. Ketidakpastian tersebut dapat diatasi dengan menerapkan manajemen proyek yang baik dengan tuntutan profesionalisme

dalam perencanaan, koordinasi dan pengawasan yang melibatkan berbagai macam kegiatan proyek.

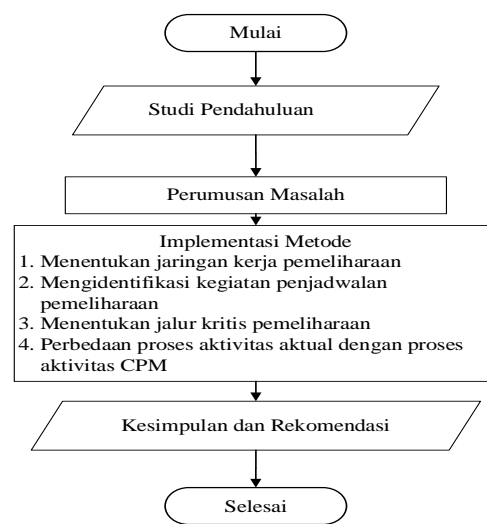
PT Menara Riau Perkasa yang bergerak di bidang penyewaan alat berat, transportasi dan proyek kargo. Objek penelitian ini adalah alat berat mobile crane, lamanya proses perawatan sebelum alat berat dikirim ke pelanggan cukup lama. Proses perawatan alat berat ini sering kali membutuhkan lembur karyawan untuk memenuhi target permintaan pelanggan. Waktu proses perawatan yang lama dibandingkan dengan target jadwal sewa pelanggan, sering kali proses perawatan tidak efektif dalam menyelesaikannya. Jika terjadi kesalahan pada saat proses pemeriksaan, tentu akan membuat karyawan kesulitan untuk melakukan perawatan kembali karena pertimbangan jadwal sewa alat berat *crane* sehingga proses perawatan tidak optimal. Oleh karena itu, perusahaan harus memberikan perhatian khusus pada masalah perencanaan dan pengendalian waktu perawatan agar dapat mencapai target waktu penyelesaian tanpa mengurangi kualitas pekerjaan. Untuk mengetahui rencana kemajuan proyek yang sebenarnya, kita dapat mengetahui sejauh mana proyek tersebut terlambat atau lebih awal [4].

Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu pendekatan berbasis jaringan kerja untuk perencanaan proyek dan pengendalian waktu. Metode ini mengidentifikasi lintasan terpanjang, yang memungkinkan kita menemukan lintasan kritis yang harus dipersingkat sehingga waktu penyelesaian keseluruhan proyek dapat dipersingkat [5]. CPM cocok digunakan untuk penjadwalan dan pengelolaan berbagai aktivitas pada semua pekerjaan konstruksi, karena menyediakan jadwal yang dibangun berdasarkan pengalaman, serta pengamatan yang telah dilakukan. Berdasarkan karakteristik durasi aktivitas dalam penjadwalan, terdapat asumsi metode yang berbeda, yaitu *Gantt Chart*, CPM, dan PDM mengasumsikan durasi aktivitas bersifat pasti sedangkan PERT dan GERT bersifat tidak pasti [6]. Penggunaan metode CPM pada permasalahan PT Menara Riau Perkasa dikarenakan durasi aktivitas yang pasti dan dapat mengidentifikasi aktivitas yang dapat dikerjakan secara bersamaan agar dapat mempersingkat durasi penyelesaian proyek. Hal ini didukung oleh Siregar dan Iffiginia [7] yang menyatakan bahwa optimasi penjadwalan didefinisikan sebagai suatu proses penguraian

durasi proyek untuk memperoleh percepatan durasi terbaik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif yang ada. Harapannya dengan menggunakan metode ini dapat meningkatkan produktivitas dan memberikan komitmen positif yang berkelanjutan. Perencanaan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik proyek yang bersangkutan sangat diperlukan untuk menghadapi ketidakpastian kondisi proyek sehingga penjadwalan pelaksanaan proyek dapat dilakukan secara efisien dari segi waktu dan biaya [8]. Hasil pengukuran dari metode CPM berupa indikator penjadwalan proses perawatan alat berat mobile crane sehingga dapat diketahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan dan mencari kemungkinan untuk mempercepat waktu pelaksanaan perawatan.

2. Metodologi

Metode penelitian merupakan serangkaian kegiatan dalam mencari kebenaran suatu penelitian yang diawali dengan merumuskan masalah dan persepsi penelitian terdahulu sehingga memunculkan hipotesis awal, kemudian mengolah dan menganalisis berdasarkan kasus-kasus dalam penelitian sehingga akhirnya terbentuk suatu simpulan [9]. Adapun alur penelitiannya adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi yaitu:

1. Studi pendahuluan merupakan studi mendalam terhadap seseorang, kelompok atau program kegiatan yang didasarkan pada studi pustaka dan

- studi lapangan [10]. Studi pustaka berisi penelitian-penelitian terdahulu yang akan dijadikan acuan penelitian, sedangkan studi lapangan berisi hasil observasi berupa sering kali terlihat pekerja terburu – buru dalam proses perawatan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait untuk mengidentifikasi aktivitas proses perawatan alat berat mobile *crane*.
2. Perumusan masalah merupakan salah satu tahapan dalam penelitian untuk menentukan kedudukan masalah yang menjadi dasar pemikiran yang harus diselesaikan dengan cara mengidentifikasi dan merumuskannya sebagai penentuan tujuan penelitian [11]
 3. Mengidentifikasi kegiatan penjadwalan perawatan pada alat berat mobile crane
 4. Menentukan jaringan kerja yang menghubungkan proses kegiatan perawatan berdasarkan waktu pesimis dan kegiatan pendahulu. Waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan.
 5. Menentukan lintasan kritis dalam proses penjadwalan perawatan pada alat berat mobile crane. Lintasan kritis adalah jalur yang harus selesai tepat waktu sesuai dengan jadwal.
 6. Membandingkan proses aktivitas aktual dengan proses aktivitas berdasarkan metode CPM.
 7. Menarik kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mobile Crane

Aktivitas penjadwalan kerja perawatan pada alat berat mobile *crane* mempunyai 19 *job description*, dimana prosesnya dilakukan dari awal sampai akhir selama proses perawatan sebagai berikut:

Tabel 1.

Data Aktivitas dan Durasi Proyek

Hari	No	Aktivitas	Durasi (Menit)	Mulai	Selesai
Senin	1.	Pemeriksaan Indikator Dasbor Mesin	25	08.30	08.55
	2.	Pemeriksaan Level dan Kualitas Oli Mesin, Oli Hidrolik, dan Oli Gigi	80	08.55	10.15
	3.	Penggantian Oli	95	10.15	11.50

Hari	No	Aktivitas	Durasi (Menit)	Mulai	Selesai	
Selasa	4.	Pemeriksaan Air Aki dan Pendingin Radiator	85	13.00	14.25	
	5.	Pengisian Ulang Air Aki dan Penambahan Pendingin Radiator	75	14.25	15.40	
	6.	Pengisian Ulang Bahan Bakar	30	08.30	09.00	
	7.	Pembersihan Filter Udara	165	09.00	11.45	
	8.	Mesin Pemeriksaan V-Belt	75	13.00	14.15	
	9.	Pemeriksaan Start-Up Mesin dan Arus Listrik	95	14.15	15.50	
	Rabu	10.	Pemeriksaan Katup Solenoid	130	08.30	11.40
		11.	Perbaikan Katup Solenoid	115	13.00	14.55
		12.	Pemeriksaan Selang Hidrolik dan Motor Hidrolik	60	14.55	15.55
Kamis	13.	Pengencangan dan Perbaikan Selang Hidrolik dan Motor	105	08.30	10.15	
	14.	Pemeriksaan dan Perbaikan Kebocoran Silinder Hidrolik, Pembersihan Dinding Tabung	105	10.15	12.00	
	15.	Pengujian Beban Kapasitas Beban	105	13.00	14.45	
	16.	Pengujian Sistem Ayun	75	14.45	16.00	
Jumat	17.	Pemeriksaan Rem Keseluruhan	215	08.30	11.55	
	18.	Pengujian dan Perbaikan Lampu Indikator Kapasitas Beban Maksimum	85	13.00	14.25	
	19.	Pemeriksaan dan Pembersihan Pengait, Roda Katrol,	95	14.25	16.00	

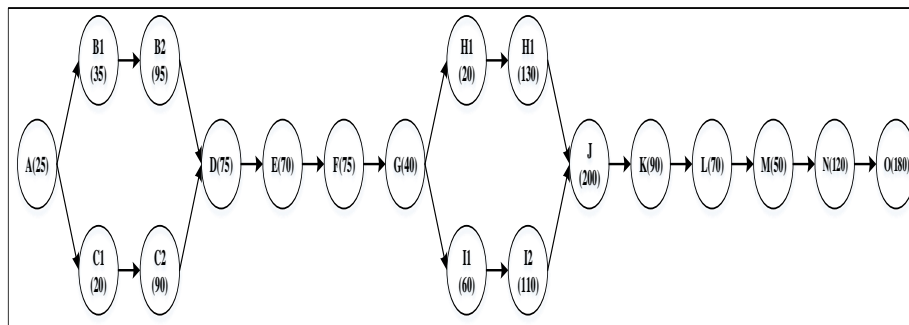
Hari	No	Aktivitas	Durasi (Menit)	Mulai	Selesai
		Sheave, dan Pin dari Kotoran dan Serpihan			

Proses perawatan pada alat berat mobile *crane* yang tidak terjadwal dalam waktu 5 hari termasuk waktu memulai proses pengerjaan dan jam istirahat. Selain itu, setelah proses perawatan dilakukan, terdapat 1 hari proses inspeksi. Oleh karena itu, total pengerjaan waktu kotornya adalah 6 hari sedangkan pemesanan alat berat dari pelanggan memiliki durasi selama 6 hari sehingga perusahaan sering sekali terburu – buru proses perawatannya karena waktu proses perawatannya dan pemesanannya

bersamaan. Sedangkan durasi aktivitas pada proses pemeliharaan berdasarkan proses kerja aktual adalah 1640 menit atau 3,4 hari dengan jam kerja 8 jam per hari jika 19 pekerjaan tersebut dikerjakan satu per satu. Penjadwalan ini belum termasuk waktu istirahat dan tidak teraturnya jadwal pengerjaan yang mana waktu penyelesaian selama 5 hari.

3.2 Jaringan Penghubung Aktivitas

Jaringan penghubung antar aktivitas proses perawatan pada alat berat mobile crane disusun berdasarkan waktu pesimis dan aktivitas pendahulu pada tabel 1.



Gambar 2. Jaringan aktivitas pemeliharaan unit Mobile Crane

Dari jaringan aktivitas proses perawatan mobile *crane* diketahui bahwa aktivitas B1 dan C1 dapat dilaksanakan jika aktivitas A telah selesai. Kemudian aktivitas B2 dapat dilaksanakan jika aktivitas B1 telah selesai, dan aktivitas C2 juga dapat dilaksanakan jika aktivitas C1 telah selesai. Kemudian aktivitas D dapat dilaksanakan jika aktivitas B2 dan C2 telah selesai. Begitu seterusnya hingga tahap akhir penyelesaian aktivitas pekerjaan. Artinya aktivitas ini harus berurutan berdasarkan aktivitas sebelumnya. Aktivitas sebelumnya adalah aktivitas yang wajib dikerjakan terlebih dahulu untuk melaksanakan aktivitas selanjutnya. Contoh aktivitas B1 yaitu pemeriksaan level dan kualitas oli mesin, oli hidrolik, dan oli gigi dan aktivitas C1 yaitu pemeriksaan air aki dan pendingin radiator tidak bisa memulai apabila aktivitas A yaitu pemeriksaan indikator dasbor mesin belum terlaksana.

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dilakukan perhitungan *forward* terlebih dahulu dan kemudian dilakukan perhitungan *backward*. Perhitungan *forward* dilakukan untuk menentukan *Early Start*

(ES) dan *Early Finish* (EF), sedangkan perhitungan *backward* digunakan untuk menentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Melalui perhitungan tersebut dapat diketahui lintasan kritis, dan dapat dihitung *float* atau *slack* yang merupakan keluwesan dalam menyelesaikan suatu aktivitas. Apabila lintasan atau jalur kritis tidak diikuti sesuai dengan penjadwalan, maka akan terjadi penundaan aktivitas selanjutnya atau penundaan proyek. Artinya sangat diperlukan ketepatan waktu apabila sudah ditentukan jalur kritis.

3.3 Perhitungan Forward Pass

Untuk perhitungan ini, *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF) ditentukan. ES adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. EF adalah waktu paling awal sebuah kegiatan dapat diselesaikan sesuai dengan durasinya. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya. Perhitungan *forward pass* yang menggunakan ES

dan EF menyesuaikan berdasarkan grafik jaringan aktivitas pada gambar 2 yaitu durasi setiap aktivitas.

Sebagai contoh pada tabel di bawah ini, aktivitas B1 dapat dimulai setelah aktivitas A selesai (ES), yang terjadi pada menit ke-25. Dengan durasi 35 menit untuk aktivitas B1, maka akan selesai pada menit ke-60 (EF). Berikut ini adalah perhitungan lanjutan untuk pelaksanaan perawatan mobile crane. Apabila terjadi perubahan urutan aktivitas atau durasi dari setiap aktivitas, tentu akan mengubah ulang ES dan EF pada perhitungan *forward pass* karena menyesuaikan identifikasi data aktivitas proses perawatan.

Tabel 2.

Perhitungan <i>Forward Pass</i> (CPM)					
No	Kode Aktivitas	Aktivitas Sebelum	Durasi (Menit)	ES	EF
1	A	-	25	0	25
2	B1	A	50	25	75
3	B2	B1	95	75	170
4	C1	A	35	25	60
5	C2	C1	90	60	150
6	D	B2,C2	75	170	245
7	E	D	70	245	315
8	F	E	75	315	390
9	G	F	60	390	450
10	H1	G	45	450	495
11	H2	H1	130	495	625
12	I1	G	60	450	510
13	I2	I1	110	510	620
14	J	H2,I2	200	620	825
15	K	J	90	825	915
16	L	K	70	915	985
17	M	L	60	985	1045
18	N	M	120	1045	1165
19	O	N	180	1165	1345

3.4 Perhitungan *Backward Pass*

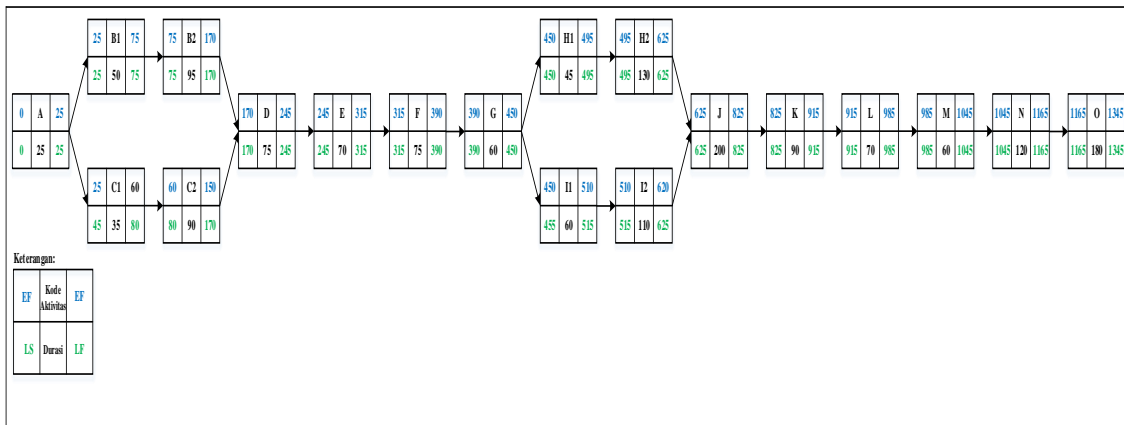
Untuk perhitungan ini, ditentukan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF), yang bertujuan untuk mengidentifikasi waktu dan hari paling lambat untuk setiap aktivitas untuk memulai dan mengakhiri dalam proyek. Tujuannya adalah untuk menghitung waktu maksimum yang diperlukan agar aktivitas terjadi dan waktu paling lambat untuk memulai dan menyelesaikan.

Untuk perhitungan ini, *Late Start* (LS) dan *Late Finish* (LF) ditentukan. LS adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek. LF adalah waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat penyelesaian proyek. Perhitungan ini dimulai dari total aktivitas kritis yang sudah ditentukan yaitu 1.345 menit. Kemudian dihitung mundur dari aktivitas O sampai ke aktivitas A. Apabila terdapat cabang, untuk perhitungan mundur diambil waktu paling kecil diantara cabang diagram jaringan pada **gambar 3**.

Tabel 3.

Perhitungan <i>Backward Pass</i>					
No	Kode Aktivitas	Aktivitas Sebelum	Durasi (Menit)	LS	LF
1	A	-	25	0	25
2	B1	A	50	25	75
3	B2	B1	95	75	170
4	C1	A	35	45	80
5	C2	C1	90	80	170
6	D	B2,C2	75	170	245
7	E	D	70	245	315
8	F	E	75	315	390
9	G	F	60	390	450
10	H1	G	45	450	495
11	H2	H1	130	495	625
12	I1	G	60	455	515
13	I2	I1	110	515	625
14	J	H2,I2	200	625	825
15	K	J	90	825	915
16	L	K	70	915	985
17	M	L	60	985	1045
18	N	M	120	1045	1165
19	O	N	180	1165	1345

Sebagai contoh cabang yang dimaksud pada tabel di bawah ini, aktivitas H1 dengan waktu 450 menit sedangkan I1 dengan waktu 455 menit. Perhitungan *backward pass* akan dilihat waktu paling pendek diantara aktivitas H1 dan I1, maka akan terpilih aktivitas tersebut. Apabila terjadi perubahan urutan aktivitas atau durasi dari setiap aktivitas, tentu akan mengubah ulang LS dan LF pada perhitungan *forward pass* karena menyesuaikan identifikasi data aktivitas proses perawatan.



Gambar 3. Perencanaan jaringan lintasan maju dan perhitungan lintasan mundur (CPM)

3.5 Hasil Perhitungan Critical Path

Jalur kritis adalah serangkaian kegiatan yang jika tertunda akan mengakibatkan tertundanya penyelesaian proyek. Dari tabel di bawah ini, diketahui bahwa jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan dengan nilai float total 0, yang diperoleh dengan mengurangkan LF (*Latest Finish*) dari EF (*Earliest Finish*).

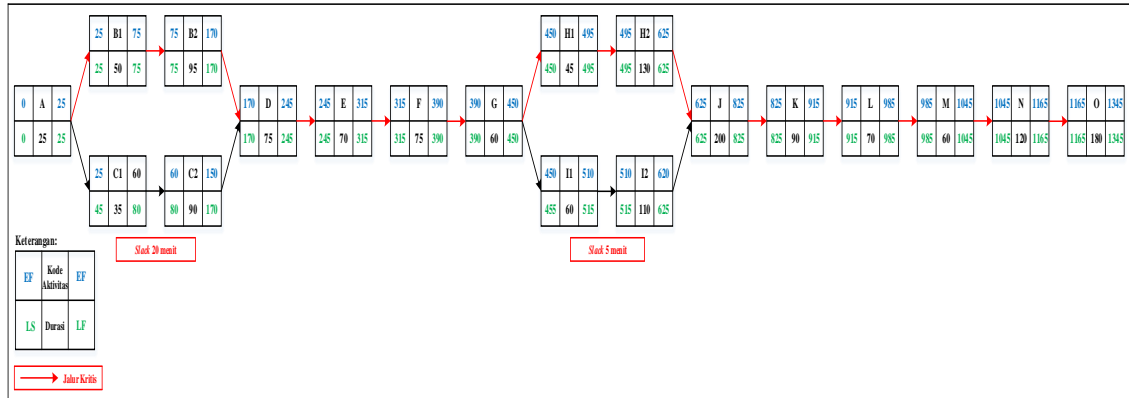
Tabel 4. Perhitungan Total Float (CPM)

No	Kode Aktv	Aktv Sebelum	ES	EF	LS	LF	TF
1	A	-	0	25	0	25	0
2	B1	A	25	75	25	75	0
3	B2	B1	75	170	75	170	0
4	C1	A	25	60	45	80	20
5	C2	C1	60	150	80	170	20
6	D	B2,C2	170	245	170	245	0
7	E	D	245	315	245	315	0
8	F	E	315	390	315	390	0
9	G	F	390	450	390	450	0
10	H1	G	450	495	450	495	0
11	H2	H1	495	625	495	625	0
12	I1	G	450	510	455	515	5
13	I2	I1	510	620	515	625	5
14	J	H2,I2	620	825	625	825	0
15	K	J	825	915	825	915	0
16	L	K	915	985	915	985	0
17	M	L	985	1045	985	1045	0
18	N	M	1045	1165	1045	1165	0
19	O	N	1165	1345	1165	1345	0

Aktivitas yang memiliki nilai total float selain 0 disebut *slack time*. Tujuan dari *slack time* adalah memberikan sejumlah waktu tunda aktivitas (waktu

kelonggaran), tanpa menunda atau mengganggu selesainya proyek secara keseluruhan. Aktivitas yang memiliki sejumlah waktu tunda adalah aktivitas C1 dan C2 selama 20 menit serta aktivitas I1 dan I2 selama 5 menit. Contoh aktivitas yang terdampak oleh *slack time* adalah pada tabel 4, terdapat 2 aktivitas proses perawatan yaitu aktivitas B1 dan C1 dapat dikerjakan bersamaan yang mana aktivitas B1 harus dikerjakan tepat waktu karena total float 0 menit dan aktivitas C1 dapat dikerjakan sekaligus dengan aktivitas B1 tetapi tidak boleh melebihi 20 menit karena nanti akan menunda proses aktivitas B2 dan C2 dan seterusnya. Oleh karena itu, dampak terhadap fleksibilitas penjadwalan adalah pengerjaan dapat dikerjakan sekaligus tetapi memiliki batas pengerjaan apabila waktu salah satu aktivitasnya berbeda agar tidak menunda aktivitas lainnya. Adapun jaringan jalur kritis dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 4 dan gambar 4 menunjukkan bahwa pekerjaan perawatan alat berat mobile crane dapat diselesaikan dalam waktu 1345 menit atau 2,8 hari dengan durasi kerja normal 8 jam. Lintasan kritis diperoleh pada lintasan A-B1-B2-D-E-F-G-H1-H2-J-K-L-M-N-O dengan waktu pengerjaan tidak boleh melebihi batas waktu yang telah ditetapkan dalam perhitungan. Pada lintasan C1, C2 memiliki slack time selama 20 menit dan lintasan I1, I2 terdapat slack time selama 5 menit. Lintasan tersebut memiliki keluwesan waktu atau waktu tambahan dalam prosesnya sebagai fleksibilitas penjadwalan. Metode CPM dapat mengurangi durasi waktu proses perawatan sehingga tentunya dapat mengoptimalkan penjadwalan secara efisien.



Gambar 4. Diagram Jaringan Metode Jalur Kritis (CPM) Untuk Unit Perawatan Mobile Crane

3.6 Perbedaan Proses Perawatan aktual dengan Proses Perawatan metode CPM

Proses penjadwalan perawatan pada unit alat berat mobile crane sebelumnya menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dengan durasi proses aktivitas proses perawatan aktual selama 1.640 menit atau 3,4 hari dengan jam kerja 8 jam perhari jika 19 pekerjaan tersebut dikerjakan satu persatu. Sedangkan apabila ditambahkan dengan waktu istirahat dan tanpa penjadwalan yang tepat maka membutuhkan waktu 5 hari. Kemudian, untuk waktu inspeksi itu tersendiri dan berbeda dengan proses perawatan alat berat dengan durasi waktu 1 hari. Proses penjadwalan metode CPM menggunakan data waktu aktual tanpa mempertimbangkan waktu istirahat tetapi penjadwalan mengikuti durasi waktu kerja yaitu 8 jam kerja. Hasil dari metode CPM dapat menyelesaikan proyek dalam waktu 2,8 hari atau 1.345 menit. Metode ini juga mengidentifikasi jalur kritis pada proses perawatan meliputi aktivitas (A-B1-B2-D-E-F-G-H1-H2-J-K-L-M-N-O).

Berdasarkan metode CPM, penjadwalan tersebut dapat mengurangi sekitar 4,9 jam dari penjadwalan aktual. Walaupun tidak signifikan tetapi tetap dapat mengoptimalkan waktu penjadwalan. Aktivitas tersebut berkurang karena ada aktivitas yang dapat dikerjakan bersamaan tetapi aktivitas yang terkena *slack time*, aktivitas tersebut memiliki fleksibilitas jadwal tetapi tetap tidak melewati batas waktu tertentu agar tidak terjadi penundaan pekerjaan. Aktivitas tersebut diantaranya C1, C2, I1 dan I2.

4. Kesimpulan

Proses penjadwalan perawatan pada unit alat berat mobile crane sebelumnya menggunakan metode CPM dengan durasi proses aktivitas aktual selama 1.640 menit atau 3,4 hari dengan jam kerja 8 jam perhari jika 19 pekerjaan tersebut dikerjakan satu persatu. Sedangkan apabila ditambahkan dengan waktu istirahat dan tanpa penjadwalan yang tepat maka membutuhkan waktu 5 hari. Perhitungan proses penjadwalan perawatan dengan metode CPM dapat menyelesaikan proyek dalam waktu 2,8 hari atau 1.345 menit. Metode ini juga mengidentifikasi jalur kritis pada proses perawatan meliputi aktivitas (A-B1-B2-D-E-F-G-H1-H2-J-K-L-M-N-O).

Jalur kritis ini digunakan untuk perusahaan agar dapat memastikan aktivitas penjadwalan harus tepat waktu sehingga tidak ada penundaan aktivitas lainnya. Apabila penerapan dapat dilakukan oleh perusahaan, tentu dapat mengurangi durasi kegiatan perawatan, meskipun tidak terlalu signifikan, namun cukup membantu mengurangi sekitar 4,9 jam waktu optimal proses perawatan yang terbuang apabila terjadi kesalahan setelah dilakukan pemeriksaan pada unit alat berat mobile crane. Penggunaan metode CPM butuh penyesuaian atau adaptasi oleh karyawan. Penerapan penjadwalan yang optimal dalam jangka panjang dibandingkan dengan penjadwalan sebelum menggunakan metode CPM, sangat perlu diuji atau diketahui tingkat kepuasan pelanggan dalam pemenuhan waktu proses pengiriman mobile crane dan penggunaan alat berat yang telah dilakukan *maintenance*.

Daftar Pustaka

- [1] N. F. Pangestu, A. F. Zahra dan S. Sutrisno, "Penerapan Metode Critical path method (CPM) dalam Proyek Pembangunan Jembatan Alun - Alun Kota Kuningan," *J. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 5, pp. 100-106, 2021.
- [2] J. Yang, Bin dan C. K. Kao, "Critical path effect based delay analysis method for construction projects," pp. 385-397, 2012.
- [3] L. R. Lubis, Z. F. Umari, K. Kristi dan A. Akhirini, "Analisis Penjadwalan Waktu Menggunakan Metode Cpm dan Pert. pada Pembangunan gudang Dexa Medica Palembang," *J. Tek. Sipil LATERAL*, vol. 1, no. 2, pp. 21-30, 2023.
- [4] S. Perdana dan A. Rahman, "Penerapan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm (Critical Path Method) Pada Proyek Pembangunan Spbe," *Amaliah Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 242-250, 2019.
- [5] Y. Takakura, T. Yajima, Y. Kawajiri dan S. Hashizume, "Application of critical path method to stochastic processes with historical operation data," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 149, pp. 195-208, 2019.
- [6] M. H. Hasyim, S. E. Unas dan Widiarsa, "Penjadwalan Proyek Konstruksi dengan Metode Flash (Fuzzy Logic Application for Scheduling)," *J. Tek. Pangair. J. Water. Resour. eng.*, p. Vol. 2 no. 1, 2012.
- [7] A. C. Siregar dan I. Ifiginia, "Penggunaan critical path method (CPM) untuk evaluasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 15, no. 2, p. 102, 2019.
- [8] N. M. Astari, A. M. Subagyo dan K. Kusnadi, "Perencanaan Manajemen Proyek dengan Metode CPM (Critical Path Method) dan pert (Program Evaluation and Review Technique)," *Konstruksi*, vol. 13, no. 1, p. 164, 2021.
- [9] S. H. Sahir, *Metodologi Penelitian.*, Medan: KBM Indonesia, 2022.
- [10] R. Rayendra, M. Qurthuby dan I. N. Sari, "Analisis Pengendalian Inventory Filter pada Mesin Genset Menggunakan Metode POQ di PT. Besmindo Materi Sewatamp," *J. Surya. Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 644-650, 2023.
- [11] Mahdiyah, "Perumusan Masalah Penelitian," *Stud. Mandiri dan Semin. Proses. Penelit.*, pp. 1-32, 2015.