



Analisa Penerapan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Pembuatan Crane Guna Memberikan Penjadwalan Efektif (Studi Kasus : PT. Xyz)

Mochamad Dadang Rizaldi¹, Mohammad Singgih²

^{1,2} Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Received: 23 April 2024
Revised : 30 April 2024
Accepted: 07 Mei 2024

Abstract

PT. xyz merupakan perusahaan manufaktur material handling yang berbasis di Jerman. Didirikan pada tahun 1972 dan berpusat di Singapura, PT. xyz memiliki 11 pabrik dan lebih dari 70 lokasi layanan di seluruh Asia – Pasifik. PT. xyz menghasilkan produksi pembuatan crane dan dock level. Perusahaan menggunakan manajemen proyek untuk mengetahui kapan pembuatan crane bisa selesai tepat waktu. Manajemen proyek diperlukan untuk mengetahui waktu yang efektif dan efisien untuk menyelesaikan proyek tersebut secara tepat waktu. Penelitian ini menggunakan metode Critical Path Method (CPM) untuk menerapkan waktu secara efisien dan efektif yang telah dijadwalkan oleh perusahaan. Untuk mengoptimalkan efektivitas dan efisiensi dengan meminimalisi waktu yang tidak efisien dan efektif. Biaya tenaga kerja dan biaya waktu lembur untuk melakukan percepatan menggunakan metode Time Cost Trade Off (TCTO) berguna untuk mengetahui berapa biaya yang diperlukan saat proyek selesai menggunakan tambahan waktu lembur selama 3 jam dan biaya jam kerja (lembur) pada pekerjaan dilintasi kritis, kemudian didapatkan nilai 0,02% untuk efisiensi waktu proyek dan nilai 0,12% untuk efisiensi biaya dipercepat sebanyak Rp. 58.000.0000 dari analisis time cost trade off dan perusahaan bisa mengetahui pengeluaran yang terjadi untuk meminimalisir kerugian.

Keywords: Manajemen Proyek, CPM, TCTO

(* Corresponding Author: rizaldimdadang@gmail.com

How to Cite: Rizaldi, M. D., & Singgih, M. (2024). Analisa Penerapan Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Pembuatan Crane Guna Memberikan Penjadwalan Efektif (Studi Kasus : PT. Xyz). <https://doi.org/10.5281/zenodo.11180117>

PENDAHULUAN

PT. xyz Indonesia merupakan perusahaan manufaktur *material handling* yang berbasis di Jerman. Didirikan pada tahun 1972 dan berpusat di Singapura, PT. xyz memiliki 11 pabrik dan lebih dari 70 lokasi layanan di seluruh Asia – Pasifik. Perusahaan ini mulai masuk di Indonesia sejak 1975 dan mendirikan pabrik pada tahun 1976

Pada sebuah pabrik produksi *Industrial Crane*. PT. xyz dibangun pada lahan 10.353 m² yang luas areaproduksinya sekitar 3.056 m² dengan total 29 pekerja. Dengan rantai produksiberbentuk *U – Shape* dan memiliki 5 stasiun kerja bagaimana pembuatan girder crane dapat berjalan dengan efisien dalam segi proses serta memaksimalkan area inventori dan tenaga kerja yang tersedia.

PT. xyz memproduksi jenis *material handling* yaitu industrial crane dengan nama *overhead lifting cranes* sistem dan teknologi mutakhir. Sejak didirikan pada tahun pertamanya, perusahaan sukses memimpin di bidang desain, manufaktur, penjualan, pemasangan, dan servis berbagai sistem dan peralatan penanganan material yang komprehensif di kawasan Asia – Pasifik. Keberhasilan ini tercermin

dari terjalinnya kemitraan, pemilihan peralatan dan fasilitas pendukung ditawarkan melalui perusahaan regional dan cabang yang berbasis di berbagai negara.

Pada PT xyz merupakan tempat produksi crane jenis *single girder* dan *double girder*, tentunya crane tersebut *customize* sesuai permintaan konsumen yang telah melakukan pemesanan.

Lazimnya proses fabrikasi crane pada PT. xyz dilakukan proses penyambungan plat dari plat yang berupa potongan – potongan menggunakan mesin *buttwelding*, mesin ini sanggup mengerjakan plat girder sampai dengan ukuran span 25.000 mm dalam sekali beroperasi. Selanjutnya ada proses pembentukan struktur girder crane dengan menggabungkan 5 plat sekaligus dalam sekali proses menggunakan mesin *Boxing Jig*, dilanjut dengan proses pengelasan fillet pada *joint area* plat.

Proses setelahnya yaitu pemasangan aksesoris plat, *end carriage*, dan pengecekan dimensi girder yang mana girder rawan terjadi deformasi saat berjalannya proses hingga pemindahannya dari tempat ke area lainnya.

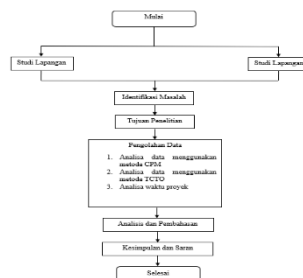
Dari permasalahan terbatasnya fasilitas ditambah variasi proses (*customization*) pada beberapa stasiun kerja yang ada. Dalam pelaksanaan proyek sebelumnya durasi total pengerjaan proyek tidak terprediksi dengan baik, sehingga pengerjaan proyek menjadi tidak efisiensi, dan berdampak pada pengerjaan proyek yang menjadi lebih lama dibandingkan prediksi sebelumnya. Proyek yang akan dilakukan pengamatan untuk mengetahui efisiensi atau tidak nya.

Kondisi inventori yang terbatas PT. xyz mengalami sebuah proses atau keadaan *in – efficiency* jika dilihat dari waktu proses produksi yang dikerjakan, kondisi ini terjadi pada saat pesanan order crane di PT. xyz dalam keadaan banyak. Dengan pesanan yang banyak, perusahaan harus tetap menjalankan proyeknya.

PT. xyz merupakan tempat produksi pembuatan crane, pada bagian produksi merupakan bagian yang penting agar suatu proyek bisa berjalan lancar, oleh karena itu perlu diperhatikan adanya efektivitas dan efisiensi waktu agar produksi berjalan dengan baik. Dari permasalahan yang sudah terjadi maka saya melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Penerapan Critical Path Methode (CPM) Pada Proyek Pembuatan Crane Guna Memberikan Penjadwalan Efektif”.

METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. xyz pada bagian produksi dalam rentang waktu 3 bulan dimulai bulan Agustus sampai Oktober pukul 08.00 sampai 17.00 WIB. Penelitian ini dilakukan sebagai mana yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimulai dengan mengumpulkan data waktu proses pembuatan *crane* dan dilakukan perhitungan dengan memanfaatkan metode CPM. Langkah berikutnya dilakukan perhitungan biaya dengan memanfaatkan metode TCTO meliputi biaya lembur, *crashing*, *crash duration*, *cost slope*, biaya langsung dan tidak langsung, hingga efisiensi waktu dan biaya. Langkah terakhir adalah analisis waktu proyek sesuai dengan tenggat waktu yang ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penjadwalan Proyek

<i>Sand Blasting</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil pasir sand blasting	0,003
2	Masukan pasir sand blasting ke drum	0,005
3	Angkut TP ke dalam ruangan blasting	0,016
4	Blasting seluruh permukaan TP	0,022
5	Keluarkan TP letakan di WIP	0,013
6	Angkut BP ke dalam ruangan blasting	0,015
7	Blasting seluruh permukaan BP	0,025
8	Keluarkan BP letakan di WIP	0,015
9	Angkut WP ke dalam ruangan blasting	0,015
10	Blasting seluruh permukaan WP	0,026
11	Keluarkan WP letakan di WIP	0,015

Tabel 1. Sand Blasting

<i>BUTTWELDING</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil TP dari WIP ke konveyor	0,041
2	Susun dan sambung TP	0,41
3	Lakukan pengelasan TP	0,7
4	Haluskan hasil pengelasan TP	0,5
5	Ambil BP dari WIP ke konveyor	0,041
6	Susun dan sambung BP	0,37
7	Lakukan pengelasan BP	0,75
8	Haluskan hasil pengelasan BP	0,54
9	Ambil WP dari WIP ke konveyor	0,041
10	Susun dan sambung WP	0,37
11	Lakukan pengelasan WP	0,66

12	Haluskan hasil pengelasan WP	0,54
13	Ambil L profile	0,041
14	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	0,37
15	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	0,12

Tabel 2. Buttwelding

<i>Boxing and Fillet</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil TPG dari WIP ke area boxing	0,083
2	Ambil L profile dan diaphragm	0,041
3	Lakukan pengelasan L prof dan diaph ke TPG	1,04
4	Ambil WPG dari WIP ke area boxing	0,041
5	Tekan sisi kanan kiri WPG	0,083
6	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	0,044
7	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	0,83
8	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	0,5
9	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	0,45
10	Luruskan kembali WPG	0,049
11	Ambil BPG dari WIP ke area boxing	0,048
12	Lakukan pengelasan L prof ke BPG	0,41
13	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	0,62
14	Ambil dan siapkan peralatan	0,04
15	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	0,83
16	Siapkan Rotomax	0,041
17	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	0,91
18	Haluskan hasil pengelasan fillet	0,83
19	Letakan girder dari area boxing ke alignment	0,083

Tabel 3. Boxing and fillet

<i>Alignment</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil end cariage dari WIP	0,083
2	Ambil girder dari area boxing	0,042
3	luruskan dan ukur kelurusan	0,62
4	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	1,04
5	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	1,05
6	Pasang end cariage	0,088
7	Luruskan girder dan end cariage	0,64
8	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	0,37

9	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	1,04
10	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	0,125
11	Ambil roto max untuk memutar girder	0,081
12	Putar girder menggunakan roto max	0,083
13	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	1,25
14	Haluskan permukaan hasil pengelasan	1,04
15	Pindahkan girder ke area pengecatan	0,086

Tabel 4. Allignment

<i>Painting and Instalation Electrical</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil end cariage	0,083
2	Ambil dan siapkan alat pengecatan	0,042
3	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	0,62
4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	1,04
5	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	1,05
6	Ambil girder dari area allignment ke area pengecatan	0,084
7	Lakukan penetrant test untuk melihat hasil pengelasan	0,21
8	Ambil dan siapkan alat pengecatan	0,63
9	Haluskan permukaan hasil pengelasan girder	0,37
10	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	1,04
11	Ambil dan siapkan instalasi kelistrikan	0,125
12	Pasang alat kelistrikan	0,082
13	Lakukan pengetesan pada control panel	0,083
14	Lakukan pengetesan pada setiap komponen kelistrikan	1,25
15	Pindahkan girder ke area pengemasan	1,04

Tabel 5. Painting and Instalation Electrical

<i>Packing</i>		
No.	Proses	Jam (Hari)
1	Ambil plastik warp	0,005
2	Lakukan pengemasan end cariage dengan warp	0,042

3	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	0,004
4	Beri stiker nama perusahaan dan berat crane	0,044
5	Lakukan pengemasan girder dengan warp	0,041
6	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	0,043

Tabel 6. Packing

Analisis Critical Path Method
Hubungan Keterkaitan Antar Pekerjaan

<i>Sand Blasting</i>			
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A	Ambil pasir <i>sand blasting</i>	0
2	B	Masukan pasir <i>sand blasting</i> ke drum	A
3	C	Angkut TP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	0
4	D	Blasting seluruh permukaan TP	C
5	E	Keluarkan TP letakan di WIP	D
6	F	Angkut BP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	0
7	G	Blasting seluruh permukaan BP	F
8	H	Keluarkan BP letakan di WIP	G
9	I	Angkut WP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	0
10	J	Blasting seluruh permukaan WP	I
11	K	Keluarkan WP letakan di WIP	J

Tabel 7 . Sand Blasting

<i>BUTTWELDING</i>			
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A1	Ambil TP dari WIP ke konveyor	0
2	B1	Susun dan sambung TP	A1
3	C1	Lakukan pengelasan TP	A1
4	D1	Haluskan hasil pengelasan TP	B1,C1
5	E1	Ambil BP dari WIP ke konveyor	A1
6	F1	Susun dan sambung BP	E1
7	G1	Lakukan pengelasan BP	E1
8	H1	Haluskan hasil pengelasan BP	F1, G1
9	I1	Ambil WP dari WIP ke konveyor	A1
10	J1	Susun dan sambung WIP	I1
11	K1	Lakukan pengelasan WP	I1

12	L1	Haluskan hasil pengelasan WP	J1,K1
13	M1	Ambil L profile	L1
14	N1	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	M1
15	O1	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	D1,H1,N1

Tabel 8. Buttwelding

<i>Boxing and Fillet</i>			
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A2	Ambil TPG dari WIP ke area <i>boxing</i>	0
2	B2	Ambil L profile dan diaphram	A2
3	C2	Lakukan pengelasan L prof dan diaph ke TPG	B2
4	D2	Ambil WPG dari WIP ke area <i>boxing</i>	0
5	E2	Tekan sisi kanan kiri WPG	E2
6	F2	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	F2
7	G2	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	G2
8	H2	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	H2
9	I2	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	I2
10	J2	Luruskan kembali WPG	J2
11	K2	Ambil BPG dari WIP ke area <i>boxing</i>	0
12	L2	Lakukan pengelasan L prof ke BPG	K2
13	M2	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	L2
14	N2	Ambil dan siapkan peralatan	0
15	O2	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	C2,J2
16	P2	Siapkan Rotomax	N2
17	Q2	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	M2,O2,P2
18	R2	Haluskan hasil pengelasan fillet	Q2
19	S2	Letakan girder dari area <i>boxing</i> ke <i>alignment</i>	R2

Tabel 9. Boxing and fillet

<i>Alignment</i>			
------------------	--	--	--

No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A3	Ambil end cariage dari WIP	0
2	B3	Ambil girder dari area boxing	0
3	C3	luruskan dan ukur kelurusan	B3
4	D3	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	C3
5	E3	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	A3,D3,F3
6	F3	Pasang end cariage	0
7	G3	Luruskan girder dan end cariage	E3
8	H3	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	G3
9	I3	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	H3
10	J3	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	I3
11	K3	Ambil roto max untuk memutar girder	0
12	L3	Putar girder menggunakan roto max	K3
13	M3	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	L3
14	N3	Haluskan permukaan hasil pengelasan	M3
15	O3	Pindahkan girder ke area pengecatan	N3

Tabel 10. Allignment

<i>Painting and Instalation Electrical</i>			
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A4	Ambil end cariage	0
2	B4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	0
3	C4	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	B4
4	D4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	C4
5	E4	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	D4
6	F4	Ambil girder dari area allignment ke area pengecatan	0
7	G4	Lakukan penetrant test untuk melihat hasil pengelasan	F4
8	H4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	E4

9	I4	Haluskan permukaan hasil pengelasan girder	G4
10	J4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	H4
11	K4	Ambil dan siapkan instalasi kelistrikan	I4
12	L4	Pasang alat kelistrikan	0
13	M4	Lakukan pengetesan pada control panel	K4
14	N4	Lakukan pengetesan pada setiap komponen kelistrikan	L4
15	O4	Pindahkan girder ke area pengemasan	M4

Tabel 11. *Painting and Instalation Electrical*

<i>Packing</i>			
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu
1	A5	Ambil plastik warp	0
2	B5	Lakukan pengemasan end cariage dengan warp	A5
3	C5	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	0
4	D5	Beri stiker nama perusahaan dan berat crane	C5
5	E5	Lakukan pengemasan girder dengan warp	D5
6	F5	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	B5,E5

Tabel 12. *Packing*

ES (*Earliest Start*)

Waktu mulai paling awal dari aktivitas.

EF (*Earliest Finish*)

Waktu Selesai paling awal suatu aktivitas.

EF suatu aktivitas terdahulu = ES aktivitas berikutnya

LS (*Latest Start*)

Waktu paling lambat aktivitas boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

LF (*Latest Finish*)

Waktu paling lambat aktivitas diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

t (*Duration*)

Durasi waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

<i>Sand Blasting</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A	Ambil pasir sand blasting	0	0,007	0,001	0,007

2	B	Masukan pasir sand blasting ke drum	A	0,011	0,007	018
3	C	Angkut TP ke dalam ruangan blasting	B	0,025	,001	0,025
4	D	Blasting seluruh permukaan TP	C	0,041	0,025	0,066
5	E	Keluarkan TP letakan di WIP	D	0,009	0,066	0,075
6	F	Angkut BP ke dalam ruangan blasting	E	0,022	0,001	0,022
7	G	Blasting seluruh permukaan BP	F	0,042	0,022	0,064
8	H	Keluarkan BP letakan di WIP	G	0,009	0,064	0,073
9	I	Angkut WP ke dalam ruangan blasting	H	0,021	0,001	0,021
10	J	Blasting seluruh permukaan WP	I	0,044	0,021	0,065
1	K	Keluarkan WP letakan di WIP	J	0,011	0,075	0,086

Tabel 13. Sand blasting

<i>BUTTWELDING</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A1	Ambil TP dari WIP ke konveyor	0	0,055	0,001	055
2	B1	Susun dan sambung TP	A1	0,45	0,055	0,1
3	C1	Lakukan pengelasan TP	A1	0,75	0,055	805
4	D1	Haluskan hasil pengelasan TP	B1,C1	0,55	0,1	0,65
5	E1	Ambil BP dari WIP ke konveyor	A1	0,043	0,001	0,043
6	F1	Susun dan sambung BP	E1	0,41	0,043	0,453
7	G1	Lakukan pengelasan BP	E1	0,79	0,043	0,833
8	H1	Haluskan hasil pengelasan BP	F1, G1	0,56	0,453	1,393
9	I1	Ambil WP dari WIP ke konveyor	A1	0,043	0,001	0,043

10	J1	Susun dan sambung WIP	I1	0,42	0,043	0,463
11	K1	Lakukan pengelasan WP	I1	0,75	0,043	0,793
12	L1	Haluskan hasil pengelasan WP	J1,K1	0,55	0,793	1,343
13	M1	Ambil L profile	L1	0,045	1,343	1,388
14	N1	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	M1	0,42	1,388	1,808
15	O1	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	D1,H1,N1	0,135	1,808	1,943

Tabel 14. Buttwelding

<i>Boxing and Fillet</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A2	Ambil TPG dari WIP ke area boxing	0	0,125	0,001	0,125
2	B2	Ambil L profile dan diaphram	A2	0,083	0,125	0,208
3	C2	Lakukan pengelasan L prof dan diaph ke TPG	B2	1,12	0,208	1,328
4	D2	Ambil WPG dari WIP ke area boxing	0	0,083	0,001	0,083
5	E2	Tekan sisi kanan kiri WPG	E2	0,083	0,083	0,166
6	F2	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	F2	0,083	0,166	0,249
7	G2	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	G2	0,91	0,249	1,159
8	H2	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	H2	0,54	1,159	1,699
9	I2	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	I2	0,58	1,699	2,279
10	J2	Luruskan kembali WPG	J2	0,083	2,279	2,362
11	K2	Ambil BPG dari WIP ke area boxing	0	0,083	0,001	0,083
12	L2	Lakukan pengelasan L prof ke BPG	K2	0,5	0,083	0,583
13	M2	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	L2	0,7	0,583	1,283
14	N2	Ambil dan siapkan peralatan	0	0,083	0,001	0,083
15	O2	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	C2,J2	0,91	2,362	3,272
16	P2	Siapkan Rotomax	N2	0,083	0,083	0,166
17	Q2	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	M2,O2,P2	1,04	3,272	4,312

18	R2	Haluskan hasil pengelasan fillet	Q2	0,91	4,312	5,222
19	S2	Letakan girder dari area boxing ke allignment	R2	0,083	5,222	5,305

Tabel 15. Boxing and fillet

<i>Alignment</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A3	Ambil end cariage dari WIP	0	0,125	0,001	0,125
2	B3	Ambil girder dari area boxing	0	0,083	0,001	0,083
3	C3	luruskan dan ukur kelurusan	B3	0,71	0,083	0,793
4	D3	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	C3	1,08	0,793	1,873
5	E3	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	A3,D3,F3	1,08	1,873	2,953
6	F3	Pasang end cariage	0	0,125	2,953	3,078
7	G3	Luruskan girder dan end cariage	E3	0,66	3,078	3,738
8	H3	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	G3	0,41	3,738	4,148
9	I3	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	H3	0,125	4,148	4,273
10	J3	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	I3	0,166	4,273	4,398
11	K3	Ambil roto max untuk memutar girder	0	0,125	0,001	0,125
12	L3	Putar girder menggunakan roto max	K3	0,125	0,125	0,25
13	M3	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	L3	1,33	0,25	1,58
14	N3	Haluskan permukaan hasil pengelasan	M3	1,12	1,58	2,7
15	O3	Pindahkan girder ke area pengecatan	N3	0,125	4,398	4,523

Tabel 16. Allignment

<i>Painting and Instalation Electrical</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A4	Ambil end cariage	0	0,123	0,001	0,123
2	B4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	0	0,083	0,123	0,206
3	C4	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	B4	0,66	0,206	0,866
4	D4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	C4	1,08	0,866	1,946

5	E4	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	D4	1,08	1,946	3,026
6	F4	Ambil girder dari area allignment ke area pengecatan	0	0,125	0,001	0,125
7	G4	Lakukan penetrant test untuk melihat hasil pengelasan	F4	0,25	0,125	0,375
8	H4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	E4	0,125	0,375	0,5
9	I4	Haluskan permukaan hasil pengelasan girder	G4	0,41	0,5	0,91
10	J4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	H4	1,12	0,91	2,03
11	K4	Ambil dan siapkan instalasi kelistrikan	I4	0,166	0,001	0,166
12	L4	Pasang alat kelistrikan	0	0,125	0,166	0,291
13	M4	Lakukan pengetesan pada <i>control panel</i>	K4	0,125	0,291	0,416
14	N4	Lakukan pengetesan pada setiap komponen kelistrikan	L4	1,33	0,416	1,746
15	O4	Pindahkan girder ke area pengemasan	M4	1,08	1,946	3,026

Tabel 17. Painting and Instalation Electrical

Packing						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	ES	EF
1	A5	Ambil plastik warp	0	0,042	0,001	0,042
2	B5	Lakukan pengemasan end cariage dengan warp	A5	0,083	0,042	0,125
3	C5	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	0	0,042	0,001	0,042
4	D5	Beri stiker nama perusahaan dan berat crane	C5	0,083	0,022	0,042
5	E5	Lakukan pengemasan girder dengan warp	D5	0,125	0,125	0,25
6	F5	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	B5,E5	0,083	0,25	0,333

Tabel 18. Packing**Waktu Mundur (Backward Pass)**

Sand Blasting						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A	Ambil pasir sand blasting	0	0,007	0,057	0,064

2	B	Masukan pasir sand blasting ke drum	A	0,011	0,064	0,075
3	C	Angkut TP ke dalam ruangan blasting	B	0,025	0,001	0,025
4	D	Blasting seluruh permukaan TP	C	0,041	0,025	0,066
5	E	Keluarkan TP letakan di WIP	D	0,009	0,066	0,075
6	F	Angkut BP ke dalam ruangan blasting	E	0,022	0,002	0,024
7	G	Blasting seluruh permukaan BP	F	0,042	0,024	0,066
8	H	Keluarkan BP letakan di WIP	G	0,009	0,066	0,075
9	I	Angkut WP ke dalam ruangan blasting	H	0,021	0,002	0,023
10	J	Blasting seluruh permukaan WP	I	0,044	0,031	0,075
11	K	Keluarkan WP letakan di WIP	J	0,011	0,075	0,086

Tabel 19. Sand blasting

<i>Buttwelding</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A1	Ambil TP dari WIP ke konveyor	0	0,055	0,408	0,463
2	B1	Susun dan sambung TP	A1	0,45	0,808	1,258
3	C1	Lakukan pengelasan TP	A1	0,75	0,508	1,258
4	D1	Haluskan hasil pengelasan TP	B1,C1	0,55	1,258	1,808
5	E1	Ambil BP dari WIP ke konveyor	A1	0,043	0,795	0,838
6	F1	Susun dan sambung BP	E1	0,41	0,838	1,248
7	G1	Lakukan pengelasan BP	E1	0,79	0,458	1,248
8	H1	Haluskan hasil pengelasan BP	F1, G1	0,56	1,248	1,808
9	I1	Ambil WP dari WIP ke konveyor	A1	0,043	0,001	0,043
10	J1	Susun dan sambung WIP	I1	0,42	0,373	0,793
11	K1	Lakukan pengelasan WP	I1	0,75	0,043	0,793
12	L1	Haluskan hasil pengelasan WP	J1,K1	0,55	0,793	1,343

13	M1	Ambil L profile	L1	0,045	1,343	1,388
14	N1	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	M1	0,42	1,388	1,808
15	O1	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	D1,H1,N1	0,135	1,808	1,943

Tabel 20. Buttwelding

<i>Alignment</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A3	Ambil end cariage dari WIP	0	0,125	2,838	2,953
2	B3	Ambil girder dari area boxing	0	0,083	0,001	0,083
3	C3	luruskan dan ukur kelurusan	B3	0,71	0,083	0,793
4	D3	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	C3	1,08	0,793	1,873
5	E3	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	A3,D3,F3	1,08	1,873	2,953
6	F3	Pasang end cariage	0	0,125	2,953	3,078
7	G3	Luruskan girder dan end cariage	E3	0,66	3,078	3,738
8	H3	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	G3	0,41	3,738	4,148
9	I3	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	H3	0,125	4,148	4,273
10	J3	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	I3	0,166	4,273	4,398
11	K3	Ambil roto max untuk memutar girder	0	0,125	4,398	1,823
12	L3	Putar girder menggunakan roto max	K3	0,125	1,823	1,948
13	M3	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	L3	1,33	1,948	3,278
14	N3	Haluskan permukaan hasil pengelasan	M3	1,12	3,278	4,398
15	O3	Pindahkan girder ke area pengecatan	N3	0,125	4,398	4,523

Tabel 21. Boxing and fillet

<i>Alignment</i>						
------------------	--	--	--	--	--	--

No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A3	Ambil end cariage dari WIP	0	0,125	2,838	2,953
2	B3	Ambil girder dari area boxing	0	0,083	0,001	0,083
3	C3	luruskan dan ukur kelurusan	B3	0,71	0,083	0,793
4	D3	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	C3	1,08	0,793	1,873
5	E3	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	A3,D3,F3	1,08	1,873	2,953
6	F3	Pasang end cariage	0	0,125	2,953	3,078
7	G3	Luruskan girder dan end cariage	E3	0,66	3,078	3,738
8	H3	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	G3	0,41	3,738	4,148
9	I3	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	H3	0,125	4,148	4,273
10	J3	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	I3	0,166	4,273	4,398
11	K3	Ambil roto max untuk memutar girder	0	0,125	4,398	1,823
12	L3	Putar girder menggunakan roto max	K3	0,125	1,823	1,948
13	M3	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	L3	1,33	1,948	3,278
14	N3	Haluskan permukaan hasil pengelasan	M3	1,12	3,278	4,398
15	O3	Pindahkan girder ke area pengecatan	N3	0,125	4,398	4,523

Tabel 22. Alignment

<i>Painting and Instalation Electrical</i>						
No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A4	Ambil end cariage	0	0,123	0,001	0,123
2	B4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	0	0,083	0,123	0,206
3	C4	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	B4	0,66	0,206	0,866

4	D4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	C4	1,08	0,866	1,946
5	E4	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	D4	1,08	1,946	3,026
6	F4	Ambil girder dari area allignment ke area pengecatan	0	0,125	1,121	1,246
7	G4	Lakukan penetrant test untuk melihat hasil pengelasan	F4	0,25	1,121	1,371
8	H4	Ambil dan siapkan alat pengecatan	E4	0,125	1,371	1,496
9	I4	Haluskan permukaan hasil pengelasan girder	G4	0,41	1,496	1,906
10	J4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	H4	1,12	1,906	3,026
11	K4	Ambil dan siapkan instalasi kelistrikan	I4	0,166	1,28	1,446
12	L4	Pasang alat kelistrikan	0	0,125	1,466	1,571
13	M4	Lakukan pengetesan pada control panel	K4	0,125	1,571	1,696
14	N4	Lakukan pengetesan pada setiap komponen kelistrikan	L4	1,33	1,696	3,026
15	O4	Pindahkan girder ke area pengemasan	M4	1,08	1,946	3,026

Tabel 23. Painting and Instalation Electrical*Packing*

No.	Aktivitas	Proses	Pendahulu	Durasi Jam (Hari)	LS	LF
1	A5	Ambil plastik warp	0	0,042	0,125	0,167
2	B5	Lakukan pengemasan end cariage dengan warp	A5	0,083	0,167	0,25
3	C5	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	0	0,042	0,001	0,042
4	D5	Beri stiker nama perusahaan dan berat crane	C5	0,083	0,042	0,125
5	E5	Lakukan pengemasan girder dengan warp	D5	0,125	0,125	0,25
6	F5	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	B5,E5	0,083	0,25	0,333

Tabel 24. Packing**Menghitung Total Float Pada Proyek**

<i>Sand Blasting</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil pasir <i>sand blasting</i>	A	0,001	0,007	0,057	0,064	0,057
2	Masukan pasir <i>sand blasting</i> ke drum	B	0,007	0,018	0,064	0,075	0,057
3	Angkut TP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	C	0,001	0,025	0,001	0,025	0
4	Blasting seluruh permukaan TP	D	0,025	0,066	0,025	0,066	0
5	Keluarkan TP letakan di WIP	E	0,066	0,075	0,066	0,075	0
6	Angkut BP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	F	0,001	0,022	0,002	0,024	0,002
7	Blasting seluruh permukaan BP	G	0,022	0,064	0,024	0,066	0,002
8	Keluarkan BP letakan di WIP	H	0,064	0,073	0,066	0,075	0,002
9	Angkut WP ke dalam ruangan <i>blasting</i>	I	0,001	0,021	0,002	0,023	0,002
10	Blasting seluruh permukaan WP	J	0,021	0,065	0,031	0,075	0,1
11	Keluarkan WP letakan di WIP	K	0,075	0,086	0,075	0,086	0

Tabel 25. Float Sand blasting

<i>Buttwelding</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil TP dari WIP ke konveyor	A1	0,001	0,055	0,408	0,463	0,408
2	Susun dan sambung TP	B1	0,055	0,1	0,808	1,258	1,158
3	Lakukan pengelasan TP	C1	0,055	0,805	0,508	1,258	0,453

4	Haluskan hasil pengelasan TP	D1	0,1	0,65	1,258	1,808	1,158
5	Ambil BP dari WIP ke konveyor	E1	0,001	0,043	0,795	0,838	0,795
6	Susun dan sambung BP	F1	0,043	0,453	0,838	1,248	0,795
7	Lakukan pengelasan BP	G1	0,043	0,833	0,458	1,248	0,415
8	Haluskan hasil pengelasan BP	H1	0,453	1,393	1,248	1,808	0,415
9	Ambil WP dari WIP ke konveyor	I1	0,001	0,043	0,001	0,043	0
10	Susun dan sambung WIP	J1	0,043	0,463	0,373	0,793	0,33
11	Lakukan pengelasan WP	K1	0,043	0,793	0,043	0,793	0
12	Haluskan hasil pengelasan WP	L1	0,793	1,343	0,793	1,343	0
13	Ambil L profile	M1	1,343	1,388	1,343	1,388	0
14	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	N1	1,388	1,808	1,388	1,808	0
15	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	O1	1,808	1,943	1,808	1,943	0

Tabel 26. Float *Buttwelding*

<i>Boxing and Fillet</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil TPG dari WIP ke area boxing	A2	0,001	0,125	1,034	1,159	1,034
2	Ambil L profile dan diaphragm	B2	0,125	0,208	1,159	1,242	1,034
3	Lakukan pengelasan L prof dan diaph ke TPG	C2	0,208	1,328	1,242	2,362	1,034
4	Ambil WPG dari WIP ke area boxing	D2	0,001	0,083	0,001	0,083	0
5	Tekan sisi kanan kiri WPG	E2	0,083	0,166	0,083	0,166	0
6	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	F2	0,166	0,249	0,166	0,249	0
7	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	G2	0,249	1,159	0,249	1,159	0
8	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	H2	1,159	1,699	1,159	1,699	0
9	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	I2	1,699	2,279	1,699	2,279	0
10	Luruskan kembali WPG	J2	2,279	2,362	2,279	2,362	0
11	Ambil BPG dari WIP ke area boxing	K2	0,001	0,083	1,989	2,072	1,989
12	Lakukan pengelasan L prof ke BPG	L2	0,083	0,583	2,072	2,572	1,989
13	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	M2	0,583	1,283	2,572	3,272	1,989

14	Ambil dan siapkan peralatan	N2	0,001	0,083	3,106	3,189	3,106
15	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	O2	2,362	3,272	2,362	3,272	0
16	Siapkan Rotomax	P2	0,083	0,166	3,189	3,272	3,106
17	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	Q2	3,272	4,312	3,272	4,312	0
18	Haluskan hasil pengelasan fillet	R2	4,312	5,222	4,312	5,222	0
19	Letakan girder dari area boxing ke alignment	S2	5,222	5,305	5,222	5,305	0

Tabel 27. Float Boxing and fillet

<i>Alignment</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil end cariage dari WIP	A3	0,001	0,125	2,838	2,953	2,828
2	Ambil girder dari area boxing	B3	0,001	0,083	0,001	0,083	0
3	luruskan dan ukur kelurusan	C3	0,083	0,793	0,083	0,793	0
4	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	D3	0,793	1,873	0,793	1,873	0
5	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	E3	1,873	2,953	1,873	2,953	0
6	Pasang end cariage	F3	2,953	3,078	2,953	3,078	0
7	Luruskan girder dan end cariage	G3	3,078	3,738	3,078	3,738	0
8	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	H3	3,738	4,148	3,738	4,148	0
9	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	I3	4,148	4,273	4,148	4,273	0
10	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	J3	4,273	4,398	4,273	4,398	0
11	Ambil roto max untuk memutar girder	K3	0,001	0,125	4,398	1,823	1,698
12	Putar girder menggunakan roto max	L3	0,125	0,25	1,823	1,948	1,698
13	Lakukan pengelasan end plat ke bagian bawah girder	M3	0,25	1,58	1,948	3,278	1,698
14	Haluskan permukaan hasil pengelasan	N3	1,58	2,7	3,278	4,398	1,698
15	Pindahkan girder ke area pengecatan	O3	4,398	4,523	4,398	4,523	0

Tabel 28. Float Alignment

<i>Painting and Instalation Electrical</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil end cariage	A4	0,001	0,123	0,001	0,123	0

2	Ambil dan siapkan alat pengecatan	B4	0,123	0,206	0,123	0,206	0
3	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	C4	0,206	0,866	0,206	0,866	0
4	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	D4	0,866	1,946	0,866	1,946	0
5	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	E4	1,946	3,026	1,946	3,026	0
6	Ambil girder dari area allignment ke area pengecatan	F4	0,001	0,125	1,121	1,246	1,121
7	Lakukan penetrant test untuk melihat hasil pengelasan	G4	0,125	0,375	1,121	1,371	0,996
8	Ambil dan siapkan alat pengecatan	H4	0,375	0,5	1,371	1,496	0,996
9	Haluskan permukaan hasil pengelasan girder	I4	0,5	0,91	1,496	1,906	0,996
10	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	J4	0,91	2,03	1,906	3,026	0,996
11	Ambil dan siapkan instalasi kelistrikan	K4	0,001	0,166	1,28	1,446	1,28
12	Pasang alat kelistrikan	L4	0,166	0,291	1,466	1,571	1,28
13	Lakukan pengetesan pada control panel	M4	0,291	0,416	1,571	1,696	1,28
14	Lakukan pengetesan pada setiap komponen kelistrikan	N4	0,416	1,746	1,696	3,026	1,28
15	Pindahkan girder ke area pengemasan	O4	1,946	3,026	1,946	3,026	0

Tabel 29. Float Painting and Instalation Electrical

<i>Packing</i>							
No.	Proses	Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Float
1	Ambil plastik warp	A5	0,001	0,042	0,125	0,167	0,125
2	Lakukan pengemasan end cariage dengan warp	B5	0,042	0,125	0,167	0,25	0,125
3	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	C5	0,001	0,042	0,001	0,042	0
4	Beri stiker nama perusahaan dan berat crane	D5	0,022	0,042	0,042	0,125	0,083
5	Lakukan pengemasan girder dengan warp	E5	0,125	0,25	0,125	0,25	0

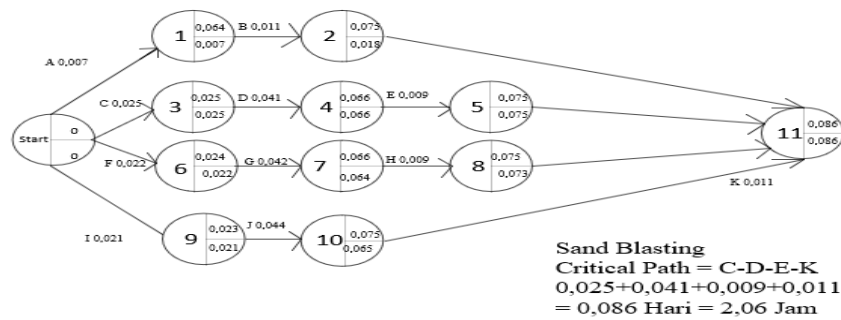
6	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	F5	0,25	0,333	0,25	0,333	0
---	---	----	------	-------	------	-------	---

Tabel 30. Float Packing**Menentukan Kegiatan yang Berada di Jalur Kritis**

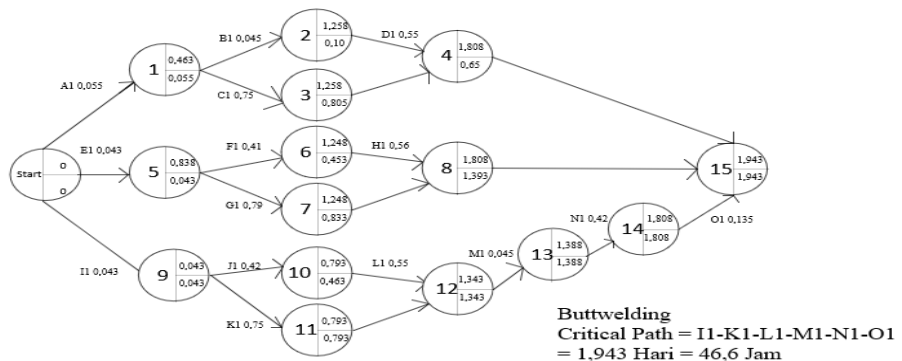
No.	Proses	Aktivitas	Float
1	Angkut TP ke dalam ruangan blasting	C	0
2	Blasting seluruh permukaan TP	D	0
3	Keluarkan TP letakan di WIP	E	0
4	Keluarkan WP letakan di WIP	K	0
5	Ambil WP dari WIP ke konveyor	I1	0
6	Lakukan pengelasan WP	K1	0
7	Haluskan hasil pengelasan WP	L1	0
8	Ambil L profile	M1	0
9	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	N1	0
10	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	O1	0
11	Ambil WPG dari WIP ke area boxing	D2	0
12	Tekan sisi kanan kiri WPG	E2	0
13	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	F2	0
14	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	G2	0
15	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	H2	0
16	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	I2	0
17	Luruskan kembali WPG	J2	0
18	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	O2	0
19	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	Q2	0
20	Haluskan hasil pengelasan fillet	R2	0
21	Letakan girder dari area boxing ke allignment	S2	0
22	Ambil girder dari area boxing	B3	0
23	luruskan dan ukur kelurusan	C3	0
24	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	D3	0
25	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	E3	0
26	Pasang end cariage	F3	0
27	Luruskan girder dan end cariage	G3	0
28	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	H3	0
29	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	I3	0
30	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	J3	0
31	Pindahkan girder ke area pengecatan	O3	0
32	Ambil end cariage	A4	0
33	Ambil dan siapkan alat pengecatan	B4	0

34	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	C4	0
35	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	D4	0
36	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	E4	0
37	Pindahkan girder ke area pengemasan	O4	0
38	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	C5	0
39	Lakukan pengemasan girder dengan warp	E5	0
40	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	F5	0

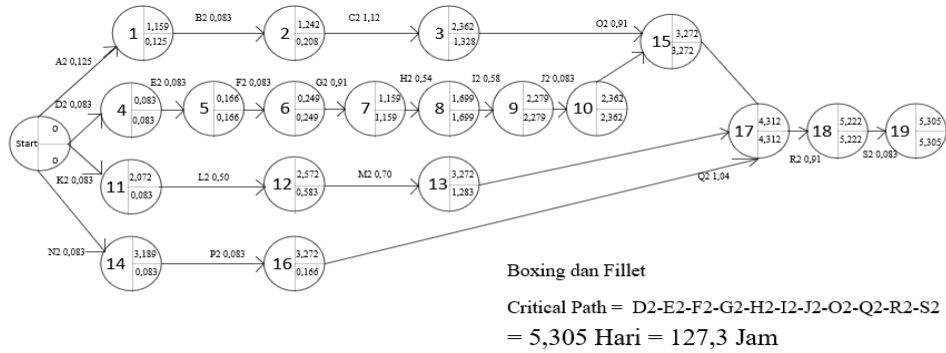
Tabel 31. Kegiatan jalur kritis



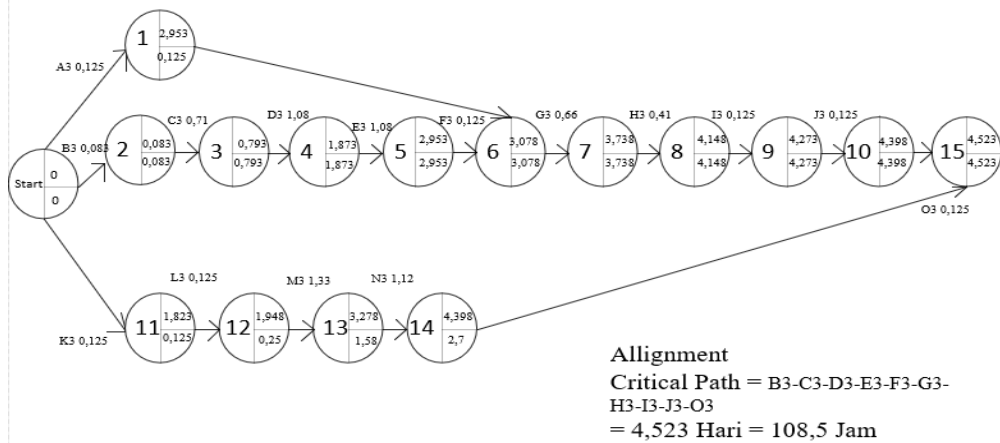
Gambar 2. Jalur kritis sand blasting



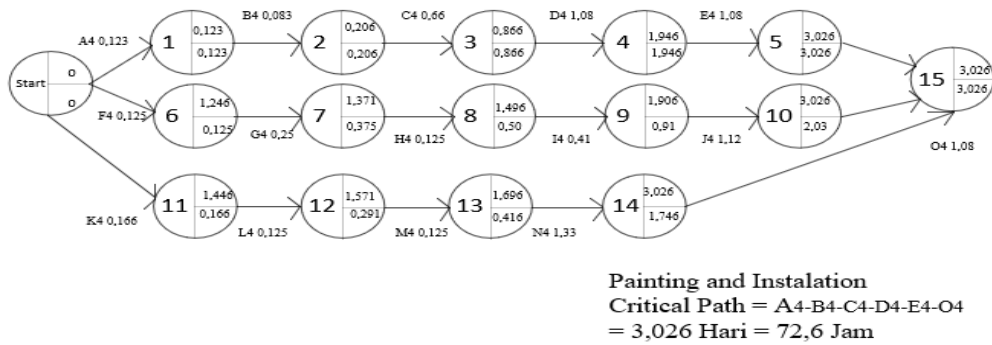
Gambar 3. Jalur kritis buttwelding



Gambar 4. Jalur kritis boxing and fillet



Gambar 5. Jalur kritis allignment



Gambar 6. Jalur kritis painting and instalation electrical



Packing
Critical Path = C5-E5-F5
 = 0,333 Hari = 7,99 Jam

Gambar 7. Jalur kritis packing

**Analisis Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*
 Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)**

Jenis Pekerja	Upah Pekerja Perbulan	Upah pekerja Perhari	Upah Pekerja Perjam
Pekerja	Rp. 4.5000.000	Rp. 150.000	Rp. 18.750

Perhitungan Crash Duration

No.	Proses	Aktivitas	Durasi Normal	Durasi Percepatan
Sand Blast				
1	Angkut TP ke dalam ruangan blasting	C	0,025	0
2	Blasting seluruh permukaan TAPI	D	0,041	0
3	Keluarkan TP letakan di WIP	E	0,009	0
4	Keluarkan WP letakan di WIP	K	0,011	0
Buttwelding				
5	Ambil WP dari WIP ke konveyor	I1	0,043	0
6	Lakukan pengelasan WP	K1	0,75	0
7	Haluskan hasil pengelasan WP	L1	0,55	0
8	Ambil L profile	M1	0,55	0
9	Lakukan pengelasan L profile ke WPG	N1	0,045	0
10	Ambil TP, BP dan WP dan letakan di WIP	O1	0,135	0
Boxing dan Fillet				
11	Ambil WPG dari WIP ke area boxing	D2	0,083	0
12	Tekan sisi kanan kiri WPG	E2	0,083	0
13	Ambil alat penjepit untuk menahan WPG	F2	0,083	0
14	Lakukan pengelasan untuk menahan WPG	G2	0,91	0
15	Putar ke kiri untuk melakukan pengelasan	H2	0,54	0

16	Putar ke kanan untuk melakukan pengelasan	I2	0,58	0
17	Luruskan kembali WPG	J2	0,083	0
18	Lakukan pengelasan Fillet TPG ke WPG	O2	0,91	0
19	Lakukan pengelasan BPG ke WPG	Q2	1,04	0
20	Haluskan hasil pengelasan fillet	R2	0,91	0
21	Letakan girder dari area boxing ke allignment	S2	0,083	0
<i>Allignment</i>				
22	Ambil girder dari area boxing	B3	0,083	0
23	luruskan dan ukur kelurusan	C3	0,71	0
24	Pengelasan pada area <i>banana deformation</i>	D3	1,08	0,11
25	Lakukan pengelasan pada <i>cover plat</i>	E3	1,08	0,11
26	Pasang end cariage	F3	0,125	0
27	Luruskan girder dan end cariage	G3	0,66	0
28	Lakukan pengelasan pada peyangga E.C	H3	0,41	0
29	Luruskan dan pasang roda pada end cariage	I3	0,125	0
30	Lepas end cariage dan letakan di area pengecatan	J3	0,166	0
31	Pindahkan girder ke area pengecatan	O3	0,125	0
<i>Painting and Instalation Electrical</i>				
32	Ambil end cariage	A4	0,123	0
33	Ambil dan siapkan alat pengecatan	B4	0,083	0
34	Haluskan permukaan hasil pengelasan end cariage	C4	0,66	0
35	Lakukan pengecatan secara menyeluruh hingga 3 kali	D4	1,08	0,11
36	Letakan end cariage yang sudah dicat ke area <i>packing</i>	E4	1,08	0,11
37	Pindahkan girder ke area pengemasan	O4	1,08	0,11
<i>Packing</i>				
38	Ambil plastik warp dan stiker nama perusahaan	C5	0,042	0

39	Lakukan pengemasan girder dengan warp	E5	0,125	0
40	Pindahkan end cariage dan girder ke area pengiriman	F5	0,083	0
Total			16,384	0,55

Perhitungan *Crash Duration* pada proyek pembuatan crane dapat dihitung dengan rumus seperti berikut :

a. Waktu kerja normal : 8 jam

b. Percepatan dengan menggunakan kerja lembur : 3 jam/hari

Perhitungan *crash duration* untuk 1 pekerjaan, contoh dengan pekerjaan pengelasan pada area *banana deformation* pada bagian wep plat girder :

$$\text{Volume} = 64 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 1,08 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi normal (jam)} = 1,08 \times 8$$

$$\text{Total} = 8,64 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas normal (hari)} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal (hari)}}$$

$$= \frac{64 \text{ m}^3}{1,08 \text{ hari}}$$

$$= 59 \text{ m}^3 \text{ hari}$$

$$\text{Produktivitas normal (jam)} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal (jam)}}$$

$$= \frac{64 \text{ m}^3}{8,64 \text{ jam}}$$

$$= 7,40 \text{ m}^3 \text{ jam}$$

$$\text{Crash duration} =$$

$$\frac{(\text{prod normal (jam)} \times \text{pekerjaan normal per hari (jam)}) + \text{lembur}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{((7,40 \times 8) + (7,40 \times 3 \times 0,7))}{64}$$

$$= 0,85 \text{ hari}$$

$$\text{Crashing} = 1,08 - 0,85$$

$$= 0,23 \text{ hari}$$

Perhitungan Biaya *Crashing*

Durasi *crashing* maksimal untuk pekerjaan pengelasan pada *banana deformation* sebagai berikut :

$$\text{Tambahan waktu lembur} = 3 \text{ hari} \times 3 \text{ jam lembur}$$

$$= 9 \text{ jam}$$

Upah untuk pekerja pada area allignment, pengelasan *banana deformation* dengan jumlah 3 pekerja dengan durasi *crashing* maksimal yaitu :

$$\text{Pekerja} = (3 \times (3 \times 3) \times \text{Rp. } 168.000)$$

$$= \text{Rp. } 4.536.000$$

$$\text{Total biaya lembur} = \text{Rp. } 4.536.000$$

$$\text{Biaya normal} = \text{Rp. } 130.500.000$$

$$\text{Biaya percepatan} = (\text{Rp. } 130.500.000 + \text{Rp. } 4.536.000)$$

$$= \text{Rp. } 135.036.000$$

Durasi *crashing* minimal untuk pekerjaan pengelasan pada *banana deformation* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tambahan waktu lembur} &= 1 \text{ hari} \times 3 \text{ jam lembur} \\ &= 3 \text{ jam} \end{aligned}$$

Upah untuk pekerja pada area alignment, pengelasan *banana deformation* dengan jumlah 3 pekerja dengan durasi *crashing* minimal yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (3 \times (1 \times 3)) \times \text{Rp. } 168.000 \\ &= \text{Rp. } 1.512.000 \\ \text{Total biaya lembur} &= \text{Rp. } 1.512.000 \\ \text{Biaya normal} &= \text{Rp. } 130.500.000 \\ \text{Biaya percepatan} &= (\text{Rp. } 130.500.000 + \text{Rp. } 1.512.000) \\ &= \text{Rp. } 132.012.000 \end{aligned}$$

Perhitungan *Cost Slope*

Perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan *banana deformation* dengan durasi maksimal sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{\text{Cost Slope}}{\text{Hari}} &= \frac{(\text{Rp. } 130.500.000 - \text{Rp. } 135.036.000)}{1,08 - 0,85} \\ &= \frac{121.486.000}{0,23} \\ &= \text{Rp. } 52.820.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope dengan crashing 3 hari} &= \text{Rp. } 52.820.000 \times 3 \\ &= \text{Rp. } 158.460.000 \end{aligned}$$

Perhitungan *cost slope* untuk pekerjaan *banana deformation* dengan durasi minimal sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{\text{Cost Slope}}{\text{Hari}} &= \frac{(\text{Rp. } 132.012.000 - \text{Rp. } 130.500.000)}{1,08 - 0,08} \\ &= \frac{1.512.000}{1} \\ &= \text{Rp. } 1.512.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost slope dengan crashing 1 hari} &= \text{Rp. } 1.512.000 \times 1 \\ &= \text{Rp. } 1.512.000 \end{aligned}$$

Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Kondisi normal

$$\text{Durasi normal proyek} = 30 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya langsung} = \text{Rp. } 500.000.000$$

Biaya tidak langsung total = (2% biaya langsung + PPN 10% dari total biaya proyek perencanaan)

$$= (2\% \text{ Rp. } 500.000.000 + 10\% \text{ Rp. } 500.000.000)$$

$$= \text{Rp. } 10.000.000 + \text{Rp. } 50.000.000$$

$$= \text{Rp. } 60.000.000$$

Total biaya = biaya langsung + biaya tidak langsung

$$= \text{Rp. } 500.000.000 + \text{Rp. } 60.000.000$$

$$= \text{Rp. } 560.000.000$$

Tahap kompresi dengan durasi *crashing* maksimal

$$\text{Cost slope/hari} = \text{Rp. } 52.820.000$$

$$\text{Durasi normal} = 1,08 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi dipercepat} &= 0,85 \text{ hari} \\
 \text{Total percepatan} &= 0,23 \text{ hari} \\
 \text{Total durasi proyek} &= 30 \text{ hari} \\
 \text{Tambahan biaya} &= \text{Rp. } 52.820.000 \times 3 \\
 &= \text{Rp. } 158.460.000 \\
 \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. } 500.000.000 + \text{Rp. } 158.460.000 \\
 &= \text{Rp. } 658.460.000 \\
 \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp. } 60.000.000 \div 30) \times 29,7 \\
 &= \text{Rp. } 2.000.000 \times 29,7 \\
 &= \text{Rp. } 59.400.000 \\
 \text{Total cost} &= \text{Rp. } 658.460.000 + \text{Rp. } 59.400.000 \\
 &= \text{Rp. } 717.860.000 \\
 &\text{Tahap kompresi dengan durasi crashing minimal} \\
 \text{Cost slope/hari} &= \text{Rp. } 1.512.000 \\
 \text{Durasi normal} &= 1,08 \text{ hari} \\
 \text{Durasi dipercepat} &= 0,08 \text{ hari} \\
 \text{Total percepatan} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Total durasi proyek} &= 29 \text{ hari} \\
 \text{Tambahan biaya} &= \text{Rp. } 1.512.000 \times 1 \\
 &= \text{Rp. } 1.512.000 \\
 \text{Biaya langsung} &= \text{Rp. } 500.000.000 + \text{Rp. } 1.512.000 \\
 &= \text{Rp. } 501.512.000 \\
 \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp. } 60.000.000 \div 30) \times 29 \\
 &= \text{Rp. } 2.000.000 \times 29 \\
 &= \text{Rp. } 58.000.000 \\
 \text{Total cost} &= \text{Rp. } 501.512.000 + \text{Rp. } 58.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 559.512.000
 \end{aligned}$$

Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi waktu} &= \left[\frac{(\text{durasi normal} - \text{durasi pekerjaan kritis})}{\text{durasi normal}} \right] \times 100\% \\
 &= \left[\frac{(30 - 29,15)}{30} \right] \times 100\% \\
 &= 0,02\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi biaya} &= \left[\frac{(\text{biaya normal} - \text{biaya pekerjaan kritis})}{\text{biaya normal}} \right] \times 100\% \\
 &= \left[\frac{(\text{Rp. } 500.000.000 - \text{Rp. } 559.512.000)}{\text{Rp. } 500.000.000} \right] \times 100\% \\
 &= 0,12\%
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Dari hasil analisis tentang percepatan proyek dengan metode CPM pada proyek pembuatan crane didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode *CPM* proyek pada pembuatan crane diketahui lintasan kritis.
 - a. Sand Blasting : C-D-E-K
 - b. Buttwelding : I1-K1-L1-M1-N1-O1

- c. Boxing dan Fillet :D2-E2-F2-G2-H2-I2-J2-O2-Q2-R2-S2
 - d. Allignment : B3-C3-D3-E3-F3-G3-H3-I3-J3-O3
 - e. *Painting and Instalation electrical* : A4-B4-C4-D4-E4 -O4
 - f. Packing : C5-E5-F5
2. Untuk mengoptimalkan durasi proyek pembuatan crane dengan cara efisiensi waktu dan biaya proyek ditentukan dengan cara menambahkan biaya jam kerja (lembur) pada pekerjaan dilintasan kritis, kemudian didapatkan nilai 0,02% untuk efisiensi waktu proyek dan nilai 0,12% untuk efisiensi biaya dipercepat sebanyak Rp. 58.000.0000 dari analisis *time cost trade off*.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelin, A., & Ariyanti, S. (2018). Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1).
- Ambarani, A. Y., & Tualeka, A. R. (2017). Hazard Identification And Risk Assessment (HIRA) Pada Proses Fabrikasi Plate Tanki 42-T-501a PT Pertamina (Persero) Ru Vi Balongan. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(2), 192-203
- Dimiyati, Hamdan dkk., (2014). Manajemen Proyek. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Faisal Muhammad dkk., (2021). Optimasi Waktu dan Biaya Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO): Time and Cost Project Optimization Using the Time Cost Trade Off (TCTO) Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 3 (2), 114-128.
- Fakhrija, M. F., Mulyatno, I. P., & Zakki, A. F. (2020). Studi Penjadwalan Ulang Pekerjaan Reparasi Pada Kapal MT. Asumi XXVI Dengan Network Planning Dan Critical Path Method. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3), 435-442.
- Hanafi, M. F. (2019). Rancang Bangun Sistem Instalasi Overhead Crane Kapasitas 5 Ton Berbasis Cupid Radio Remote Control. *Mechonversio: Mechanical Engineering Journal*, 2(2), 39-48.
- Iwawo, E. R., Tjakra, J., & Pratasih, P. A. (2016). Penerapan metode cpm pada proyek konstruksi (studi kasus pembangunan gedung baru kompleks eben haezar manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(9).
- Ningrum, I. F., & Mochtar, K. (2020). Manfaat Penerapan Metode AON (Activity On Node) untuk Penjadwalan Proyek Bangunan Bertingkat Tinggi. *JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI (IPTEK)*, 4(2).
- Ronald Belferik dkk., (2023) Manajemen proyek (Teori dan penerapannya).
- Tardok Eigar Lamgok., (2018). Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Dermaga Pelabuhan Tanjung Priok. Departmen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.