

OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK *NORTH ACID GAS FLARE* RDMP RU-V BALIKPAPAN MELALUI LINTASAN KRITIS PDM DAN PERCEPATAN *CRASH DURATION*

Mohammad Riqi Efendi.^{1*}, Nurvita Arum Sari.², Mochammad Choirul Rizal.³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Program Studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program Studi D-IV Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email: efendiriqi@gmail.com^{1*}; arum.up3d@gmail.com^{2*}; mochammadchoirulrizal@gmail.com^{3*};

Abstract - On a project, there is often a problem or constraint outside of the project's initial planning, so that delays in a project will inevitably occur. The delay that occurs will cause the duration and cost of the planned project will not be equal to the duration and cost of project implementation. One way to anticipate it by doing optimization. In doing the optimization, cost and time factor must be paid attention to, so that obtained optimum cost and time efficiency and quality according to the desired standard. The North Acid Gas Flare RDMP RU-V Balikpapan is selected for the research study due to delays in its completion. Optimization is done by making the network using PDM (Precedence Diagram Method) to get a critical path. Calculation of productivity and cost of work on critical path then using the Crash Duration only focuses on the addition of workers and as a way to overcome the delays in this project. The analysis results obtained work with the Crash Duration methods cost Rp.7.031.000.000 with the duration 196 days, while working with the normal cost Rp.6.644.000.000 and 216 days. Optimization using the Crash Duration methods is selected because it can solve the delay that occurred without adding the project's total duration.

Keyword: Delay, Optimization, Precedence Diagram Method, Crash Duration

Nomenclature

ES = Early Start (hari)
LF = Late Finish (hari)
LS = Late Start (hari)
D = Durasi (hari)
EF = Early Finish (hari)

1. PENDAHULUAN

Pada pekerjaan Erektor Proyek *North Acid Gas Flare RDMP RU-V* Balikpapan direncanakan 216 hari, mulai dari 1 mei 2019 sampai 14 desember 2019. Namun Pada pekerjaan Erektor Proyek *North Acid Gas Flare RDMP RU-V* Balikpapan mengalami kemunduran jadwal dari rencana awal sehingga diperlukan optimalisasi pengerjaan proyek agar selesai tepat waktu. Suatu proyek dikatakan berhasil apabila waktu dan biaya pelaksanaan sesuai dengan perencanaan awal proyek atau lebih cepat dan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Perencanaan suatu proyek merupakan hal yang sangat penting untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan serta menghindarkan dari adanya keterlambatan penyelesaian proyek. Berdasarkan permasalahan

yang telah diuraikan maka dilakukan penelitian dengan metode jaringan kerja *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk perencanaan proyek dan menggunakan analisa *Crash Duration* untuk optimasi keterlambatan. Hasil keluaran dari penelitian berupa perencanaan proyek dengan diagram dan opsi waktu yang efisien dan biaya optimum untuk mengatasi keterlambatan dengan penambahan pekerja menggunakan metode *Crash Duration*

2. METODOLOGI.

2.1 Prosedur Penelitian

Optimasi akan dilakukan dimulai dari awal pengerjaan hingga akhir. Dengan dibuat optimasi durasi dan biaya proyek dengan opsi penambahan tenaga kerja menggunakan metode *Crash Duration*. Pertama membuat *Work Breakdown Structure* pada kegiatan proyek Proyek *North Acid Gas Flare RDMP RU-V* Balikpapan kemudian dilanjutkan untuk membuat jadwal proyek menggunakan *Microsoft Project* sesuai dengan produktifitas pekerja. Selanjutnya membuat jaringan kerja berupa *Precedence Diagram Method*, selanjutnya. perbandingan waktu dan biaya dari optimasi menggunakan penambahan tenaga kerja menggunakan metode

Crash Duration. Sehingga didapatkan perhitungan waktu yang efisien dan biaya paling optimum dari opsi yang didapatkan. Selain itu juga akan didapatkan kurva-s baru hasil optimasi yang digunakan acuan progress yang sedang dilaksanakan.

2.2 WBS dan Durasi

Pekerjaan pertama yang harus dilakukan adalah membuat WBS, fungsi dari WBS dalam proyek adalah membagi pekerjaan inti dan sub pekerjaan yang akan dilakukan agar pekerjaan lebih terstruktur. Selanjutnya adalah melakukan perhitungan pada persamaan (1) untuk mendapatkan durasi. Perhitungan ini didapatkan dengan mengetahui volume pekerjaan yang akan dilakukan dibagi dengan produktivitas perhari pekerja, dalam penelitian ini perhitungan durasi juga mengacu pada buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual*. Selanjutnya untuk mendapatkan durasi baru yang sesuai dengan durasi optimasi maka dengan diketahui durasi dan volume pekerjaan yang akan dikerjakan didapatkan produktivitas baru, dari produktivitas baru ini dapat dilakukan perbandingan dari dua perhitungan diatas kemudian divariasikan penambahan pekerja untuk mendapatkan produktivitas yang diinginkan.

$$Durasi = \frac{volume\ total}{produktivitas\ perhari} \quad (1)$$

2.3 PDM (Precedence Diagram Method)

PDM adalah jaringan kerja yang digunakan pada suatu proyek untuk memberikan perencanaan dan penjadwalan secara menyeluruh dan untuk mendapatkan jalur kritis dari suatu proyek.

2.3.1 Identifikasi Jalur Kritis

Perhitungan untuk mendapatkan jalur kritis yaitu dengan perhitungan maju dan perhitungan mundur, yang nantinya apabila *didapatkan ES (Early Start) = LS (Late Start) dan EF (Early Finish) = LF (Late Finish)* maka kegiatan tersebut termasuk jalur kritis

Hitungan Maju
 $EF = ES + D \quad (2)$

Hitungan Mundur
 $LF = LS + D \quad (3)$

2.4 Crash Duration

Adalah metode optimasi waktu pada proyek dengan cara melakukan perkiraan dari *Variable Cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi. Dalam penelitian ini metode *Crash Duration* hanya fokus dalam penambahan pekerja dari suatu

kegiatan yang mungkin dapat direduksi waktu pengejaannya.

2.5 Presentase Bobot Pekerjaan

$$\frac{harga\ satuan\ Pekerjaan}{harga\ seluruh\ Pekerjaan} \times 100\% \quad (4)$$

Adalah presentase dari setiap pekerjaan yang didapatkan dari persamaan (4) dengan mengetahui harga satuan pekerjaan dibagi harga seluruh pekerjaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Proyek *North Acid Gas Flare RDMP RU-V* Balikpapan adalah proyek pembangunan *Flare Stack* dengan panjang pipa 984 m dari Tie-in *Existing* sampai dengan *Flare Stack*. Dalam pengerjaannya proyek ini dibagi menjadi dua area yang dikerjakan oleh 2 sub kontraktor, sub kontraktor pertama mengerjakan area Bpp II dan sub kontraktor kedua mengerjakan area *Acid Gas Flare* lainnya. tetapi pada pembahasan kali ini akan di fokuskan pada pekerjaan sub kontraktor kedua karena mendapatkan pekerjaan lebih banyak dan sedang terjadi keterlambatan pada pengerjaannya. Salah satu penyebab keterlambatan yang terjadi adalah tidak didapatkannya *Approval Shop Drawing* dan material terlambat datang yang menyebabkan pekerjaan di daerah tersebut tidak bisa dilaksanakan. Oleh karena itu untuk mengatasi keterlambatan itu dalam penelitian ini dilakukan optimasi pada pekerjaan dilintasan kritis dengan metode penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) dan metode optimasi *Crash Duration*, kemudian dibandingkan hasilnya dan digunakan untuk mengatasi keterlambatan pada proyek tersebut.

3.1 Produktivitas dan Penjadwalan

Didalam melakukan penjadwalan durasi, volume dan produktivitas harus diperhitungkan dengan benar. Selanjutnya penjadwalan bisa dilakukan dengan bantuan *Microsoft Project* dan dengan diagram jaringan. Berikut adalah tabel perhitungan produktivitas.

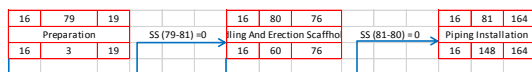
Tabel 1. Perhitungan produktivitas aktual

WELDING					
NO.	DESCRIPTION	VOLUME		Produktivitas	
		Qty	Unit	per day	duration
1	Total Volume Dia Inch	10.206	Dia.in		
	Shop Fabrication	6.124	Dia.in	40	153
	Field Fabrication	4.082	Dia.in	20	204
	Threaded / Joining Work	1.116	Joint	20	56
2	Manpower				
	Piping Work				
	Welder		1		
	Fitter		1		
	Helper		1		

Tabel 2. Perhitungan produktivitas menurut buku

WELDING					
NO.	DESCRIPTION	VOLUME		Produktivitas	
		Qty	Unit	HOURS	duration
1	Total Volume Dia Inch	10.206	Dia.in	2.512	393
	Shop Fabrication	6.124	Dia.in		
	Field Fabrication	4.082	Dia.in		
	Threaded / Joining Work	1.116	Joint		
2	Manpower				
	Piping Work				
	Welder	1			
	Fitter	1			
	Helper	1			

Dari tabel perhitungan kedua produktivitas pekerjaan *Welding* diatas menunjukkan hasil yang berbeda, perhitungan produktivitas aktual proyek dapat diselesaikan dalam kurung waktu 204 hari untuk pengerjaan *Welding* sedangkan menurut buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual* dapat diselesaikan dalam kurung waktu 393 hari. Pekerjaan *welding* menggunakan produktivitas aktual lebih cepat 189 hari dari produktivitas menurut buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual*. Dari perhitungan tersebut produktivitas aktual akan digunakan dalam tahap optimasi dan dilakukan penjadwalan.



Gambar 1. Diagram jaringan PDM (Precedence Diagram Method)

Pada gambar diatas durasi yang digunakan adalah durasi produktivitas actual, selanjutnya adalah dilakukan pengelompokan kegiatan untuk mendapatkan jalur kritis.

Tabel 3. Pengelompokan kegiatan

No	Description	Predecessors Actual
1	DURATION PROJECT	
2	PREPARATION	
3	GENERAL WORK	
14	SHOP FABRICATION	25S+5 days
15	Construction Engineering	
23	PIPING MATERIAL HANDLING	15S5
34	FABRICATION OF PIPE SPOOLS (CARBON STEEL)	23S5+10 days
66	FABRICATION OF PIPE SUPPORT	34S5+5 days
61	APPLICATION BLASTING & PAINTING	56S5+15 days
76	INSULATION WORKS	61S5
77	NDE WORKS	76S5
78	SITE INSTALLATION	14S5+25 days
79	PREPARATION	
80	ERECTION SCAFFOLDING	
81	PIPING INSTALLATION	
82	CARBON STEEL	
86	THREADED / JOINTING WORKS	82S5
90	CIVIL WORKS	86S5+58 days
91	INSTALLATION OF PIPE SUPPORTS	90S5+37 days
92	VALVE INSTALLATION	91S5
93	SPECIAL ITEM	92S5
94	STEAM TRACING INSTALLATION	93S5
95	NDE WORKS	94S5+5 days
96	WRAPPING	95
97	PRECOMMISSIONING WORKS	78S5+6 days
98	PREPARATION	
99	PRESSURE TESTING / SERVICE TEST	98S5+128 days
100	PIPE INTERNAL CLEANING	99
101	REINSTATEMENT	100S5
102	DEMobilIZATION	97S5+165 days
103	CUTTING	103S5+2 days
104	HANDLING	103S5
105	Demobilization Equipment	103
106	Demobilization Scaffolding	105S5

Dari gambar dan tabel diatas didapatkan bahwa semua kegiatan termasuk didalam jalur kritis, dan dilakukan penambahan pekerjaan *cutting* dan *handling* pada kegiatan *Demobilization*, untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya keterlambatan selain penyebab yang sudah dijelaskan dibab sebelumnya.

3.2 Crash Duration

Dalam perhitungan *Crashing* ini menggunakan dua produktivitas yaitu produktivitas actual dan produktivitas menurut

buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual*, sama halnya dengan perhitungan produktivitas yang dibahas pada bab sebelumnya dalam perhitungan ini hanya mengambil sample pekerjaan *welding*. Kemudian dipilih produktivitas yang memiliki waktu tercepat dan efektif dalam pengerjaannya.

Tabel 4. Perhitungan produktivitas *crashing* aktual

PRODUKTIVITAS ACTUAL							
NO.	DESCRIPTION	VOLUME		Produktivitas		Crashing	
		Qty	Unit	per day	duration	per day	duration
1	Total Volume Dia Inch	10.206	Dia.in				
	Shop Fabrication	6.124	Dia.in	40	153	53	115
	Field Fabrication	4.082	Dia.in	20	204	27	153
	Threaded / Joining Work	1.116	Joint	20	56	27	42
2	Manpower						
	Piping Work						
	Welder	1				2	
	Fitter	1				2	
	Helper	1				2	

Tabel 5. Perhitungan produktivitas *crashing* menurut buku

PRODUKTIVITAS MENURUT PIPING ESTIMATE MAN HOURS							
NO.	DESCRIPTION	VOLUME		Produktivitas		Crashing	
		Qty	Unit	HOURS	duration	HOURS	duration
1	Total Volume Dia Inch	10.206	Dia.in	2.512	393	1.884	294
	Shop Fabrication	6.124	Dia.in				
	Field Fabrication	4.082	Dia.in				
	Threaded / Joining Work	1.116	Joint				
2	Manpower						
	Piping Work						
	Welder	1				2	
	Fitter	1				2	
	Helper	1				2	

Dari tabel diatas aktual produktivitas *welding* 1 team 22 dia-inch per hari, apabila setelah dilakukan *Crashing* dan didapatkan 53 dia-inch setiap harinya akan terjadi penambahan 1 team lagi agar dapat mencapai produktivitas tersebut. Menurut buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual* setelah dilakukan *Crashing* didapatkan hasil 294 hari yang sebelumnya 393 hari dan terjadi penambahan 1 team lagi agar dapat mencapai produktivitas tersebut. Setelah dilakukan perhitungan tersebut dan didapatkan hasil yang cukup signifikan, perhitungan produktivitas yang digunakan untuk optimasi menggunakan metode *Crashing* adalah produktivitas actual dikarenakan durasi yang didapatkan lebih cepat dan realistis. Setelah diketahui besarnya produktivitas harian percepatan pekerjaan kritis, maka langkah selanjutnya adalah menghitung biaya langsung percepatan (*Crash cost*) dan *Cost Slope*. Perhitungan *Crash Cost* digunakan untuk mencari *Slope biaya (Cost Slope)* masing-masing aktivitas.

- Perhitungan *Crash Cost*

Jumlah pada pekerjaan Fabrication Shop masing masing grup terdiri dari Welder, Fitter dan Helper dan Fabrication Shop terdiri dari 2 team, jadi total pekerjaan Fabrication Shop adalah 6 orang, namun dengan dilakukannya *Crashing* maka jumlahnya menjadi yaitu 9 orang dengan gaji Welder Rp.7.000.000,00, gaji Fitter Rp.4.500.000,00 dan gaji Helper Rp.3.500.000,00 per orang setiap bulannya

Tabel 6. Biaya Penambahan pekerja setelah *Crashing*

NO.	DESCRIPTION	VOLUME		NO.	DESCRIPTION	VOLUME	
		TEAM	TOTAL			TEAM	TOTAL
2	FABRICATION PIPING (Shop)			2	FABRICATION PIPING (Shop)		
	Total Volume Welding				Total Volume Welding		
	Man Power				Man Power		
	WELDER Rp 7.000.000,00	2	Rp 14.000.000,00	WELDER Rp 7.000.000,00	1	Rp 7.000.000,00	
	FITTER Rp 4.500.000,00	2	Rp 9.000.000,00	FITTER Rp 4.500.000,00	1	Rp 4.500.000,00	
	HELPER Rp 3.500.000,00	2	Rp 7.000.000,00	HELPER Rp 3.500.000,00	1	Rp 3.500.000,00	
		Total	Rp 30.000.000,00		Total	Rp 15.000.000,00	
					Total Biaya		Rp 45.000.000,00

– Fabrication Shop

$$\begin{aligned} \text{Duration Crashing} &= \text{Duration Normal} \times 75\% \\ &= 140 \times 75\% \\ &= 105 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Setelah Crashing} &= \frac{\text{Total Volume}}{\text{Duration Crashing}} \\ &= \frac{6124}{105} \\ &= 58 \text{ per day} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Welder} &= \text{Jumlah Pekerja} \times \text{upah normal} \\ &= 1 \times \text{Rp}7.000.000,00 \\ &= \text{Rp}7.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Fitter} &= \text{Jumlah Pekerja} \times \text{upah normal} \\ &= 1 \times \text{Rp}4.500.000,00 \\ &= \text{Rp}4.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Helper} &= \text{Jumlah Pekerja} \times \text{upah normal} \\ &= 1 \times \text{Rp}3.500.000,00 \\ &= \text{Rp}3.500.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Cost} &= \text{Cost Welder} + \text{Cost Fitter} + \text{Cost Helper} \\ &= \text{Rp}15.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost} &= \text{Total Biaya Normal} + \text{Total Cost} \\ &= \text{Rp}30.000.000,00 + \text{Rp}15.000.000,00 \\ &= \text{Rp}45.000.000,00 \end{aligned}$$

Tabel 7. *Cost Slope*

NO.	DESCRIPTION	Duration	VOLUME		NO.	DESCRIPTION	Duration	VOLUME	
			TEAM	TOTAL				TEAM	TOTAL
2	FABRICATION PIPING (Shop)	140			2	FABRICATION PIPING (Shop)	105		
	Total Volume Welding					Total Volume Welding			
	Man Power					Man Power			
	WELDER Rp 7.000.000,00		2	Rp 14.000.000,00	WELDER Rp 7.000.000,00		1	Rp 7.000.000,00	
	FITTER Rp 4.500.000,00		2	Rp 9.000.000,00	FITTER Rp 4.500.000,00		1	Rp 4.500.000,00	
	HELPER Rp 3.500.000,00		2	Rp 7.000.000,00	HELPER Rp 3.500.000,00		1	Rp 3.500.000,00	
			Total	Rp 30.000.000,00		Total	Rp 15.000.000,00		
						Cost Slope			Rp 428.571,43

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope} &= \frac{\text{Normal Cost} - \text{Cost Penambahan Pekerja}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}30.000.000,00 - \text{Rp}15.000.000,00}{140 - 105} \\ &= \text{Rp}428.571,00 \text{ per day} \end{aligned}$$

3.4 Analisa biaya dan waktu

Setelah melakukan perhitungan produktivitas didapatkan durasi kemudian dilakukan penjadwalan dan hasil biaya dan waktu dari setiap metode optimasi. Selanjutnya dilakukan perbandingan biaya dan waktu dari setiap metode yang digunakan untuk menentukan metode mana yang dapat digunakan untuk optimasi dan percepatan dalam proyek ini. Berikut tabel perbandingan biaya dan waktu normal, *Crash Duration*.

Tabel 8. Tabel Perhitungan Total Cost setelah Fast Track

NO.	Time	Duration	Cost	NO.	Time	Duration	Cost
1	Normal	215	Rp 6.644.000.000	1	Crashing	196	Rp 7.031.000.000

Dari tabel perbandingan diatas dapat dijelaskan dengan kondisi normal dengan durasi 215 hari dengan total biaya Rp6.644.000.000 dan apabila terjadi keterlambatan dengan durasi 275 hari

dengan total biaya yang sudah ditotal berserta denda permil nya Rp8.046.000.000 yang menyebabkan pihak sub kontraktor mengalami kerugian sebesar Rp646.000.000 untuk menutupi biaya akibat keterlambatan tersebut. Kemudian untuk metode *Crash Duration* dengan durasi 196 hari dengan total biaya Rp7.031.000.000.

3.5 Kurva S

Untuk membuat kurva S perlu dilakukan perhitungan progress setiap bulannya, sehingga dapat dipastikan di akhir proyek didapatkan *progress* yang sama dengan *plan* atau tidak terjadi keterlambatan. Berikut adalah kurva s Proyek *North Acid Gas Flare RDMP RU-V* Balikpapan. Berikut adalah salah satu perhitungan *progress* optimasi dengan metode *Crash Duration*.

Tabel 9. Perhitungan bobot optimasi *Crash Duration*

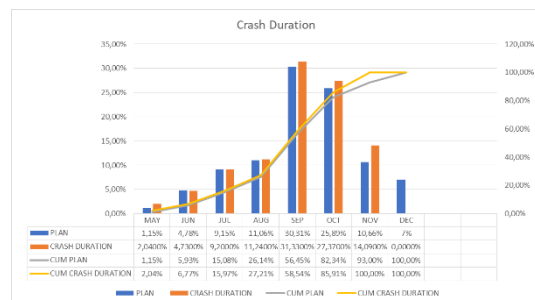
Bulan May					
No	Pekerjaan	Weight Factor	Progress	Done	Not Yet
1	PREPARATION	1,1500%	1,1500%	1,1500%	0,0000%
2	SHOP FABRICATION	42,8900%	0,8900%	0,8900%	42,0000%
3	SITE FABRICATION	38,1300%	0,0000%	0,0000%	38,1300%
4	PRE - COMMISSIONING, COMMISSIONING	10,4200%	0,0000%	0,0000%	10,4200%
5	MOBILIZATION AND DEMOBILIZATION	7,4100%	0,0000%	0,0000%	7,4100%
	Total Progress		2,0400%		

Penambahan bobot disesuaikan dengan jadwal yang telah dibuat pada *Microsoft Project* sehingga setiap minggunya mempunyai *progress* yang sesuai dengan durasi pekerjaannya.

Tabel 10. Perhitungan penambahan bobot *Crash Duration*

Bulan Juni					
No	Pekerjaan	Weight Factor	Progress	Done	Not Yet
1	PREPARATION	1,1500%	0,0000%	1,1500%	0,0000%
2	SHOP FABRICATION	42,8900%	3,1000%	3,9900%	38,9000%
3	SITE FABRICATION	38,1300%	1,2000%	1,2000%	36,9300%
4	PRE - COMMISSIONING, COMMISSIONING	10,4200%	0,4300%	0,4300%	9,9900%
5	MOBILIZATION AND DEMOBILIZATION	7,4100%	0,0000%	0,0000%	7,4100%
	Total Progress		4,7300%		

Perhitungan total progress digunakan untuk memastikan *progress* yang dikerjakan setiap minggunya bisa menyelesaikan semua bobot pekerjaan. Setelah didapatkan perhitungan *progress* seperti tabel diatas selanjutnya perhitungan *progress* setiap minggunya dimasukkan kedalam kurva s sehingga didapatkan seperti kurva s dibawah ini.



Gambar 2. Kurva S

Dari kurva s didapatkan bahwa optimasi metode *Crash Duration* dapat mengatasi

keterlambatan yang terjadi dengan waktu yang lebih cepat dari waktu normal, sehingga disarankan dalam optimasi proyek North Acid Gas Flare ini menggunakan metode *Crash Duration* yang penyelesaiannya tidak melebihi jadwal awal proyek.

4. KESIMPULAN

Dari hasil Analisa pada penelitian dengan judul “optimasi penjadwalan proyek *north acid gas flare* rdmp ru-v balikpapan melalui lintasan kritis pdm dan percepatan *crash duration*” didapatkan kesimpulan :

Pekerjaan yang dilakukan optimasi berada pada fase *Construction* yaitu pada *Acid Gas Area* yang memiliki pekerjaan utama yaitu *Preparation, Shop Fabrication, Site Installation, Pre-Commissioning & Demobilization*. Dari perhitungan produktivitas menggunakan dua perbandingan produktivitas Actual dengan produktivitas menurut buku *Estimator's Piping Man-Hour Manual*, setelah dilakukan perbandingan dari kedua perhitungan produktivitas. Didapatkan durasi yang efisien dan cepat menggunakan produktivitas Actual. Durasi pekerjaan *North Acid Gas Flare* yang digunakan adalah durasi setelah dilakukan optimasi menggunakan metode *Crash Duration* penambahan pekerja yaitu 196 hari cepat 10 hari dari kondisi normal. Dengan metode *Crash Duration* sudah mampu mengatasi keterlambatan dengan biaya penambahan sebesar Rp. 387.000.000.00.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
2. Kedua orang tua (Bapak Azwar Efendi dan Ibu Ismatur Rokaniyah) yang telah memberikan begitu banyak nasehat hidup, kasih sayang, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, M.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Ibu Nurvita Arumsari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir. Bapak Mochammad Choirul Rizal, ST., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir. Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.

5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. PUSTAKA.

- [1] Bambang Wijanarko, W. O. (2010). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode Crashing Dan Fast Tracking Pada Pelebaran Jalan Dan Jembatan. Jurnal Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 3-4.
- [2] Ermis Vera Iramutyn. 2010. Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Crash. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [3] Ida Ayu, M. Y. (2013). Perbandingan Penambahan Waktu Kerja (Jam Lembur) dengan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Instalasi Farmasi Blahkiuh). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 17, No. 2, Juli 2013, 10.*
- [4] Pratama, P. N., Haryono, E., & Rizal, M. C. (2018). Optimasi Dan Penyusunan Ulang Schedule Proyek Pembangunan Pipa Gas Grissik – Pusri Dengan Menggunakan Metode Precedence Diagram Method – Time Cost Trade Off. Surabaya.
- [5] Page, J. S. (1999). *Estimator's Piping Man-Hour Manual*. United States Of America: Butterworth-Heinemann.
- [6] Saputra, A. (2017). Analisis Percepatan Aktifitas Pada Proyek Jalan Dengan Menggunakan Metode Fast Track , Crash Program, dan What-If. *Jurnal Rekayasa Sipil/ Volume 11, 8.*

