



Penjadwalan *crew change* Tenaga Kerja Offshore Pada Instalasi Bawah Laut Menggunakan Pendekatan CPM dan PERT

Al Varian Pradipta^{1*}, Ahmad Oemar Moeis²

¹⁾ Faculty of Industrial Technology, Industrial Engineering Department, Indonesia University

²⁾ Faculty of Industrial Technology, Mechanical Engineering Department, Indonesia University

DOI: 10.31004/jutin.v6i3.16744

✉ Corresponding author:

alvarianpradipta91@gmail.com

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Change;

CPM;

PERT;

Fasilitas lepas pantai adalah area eksplorasi yang dapat dipindahkan di pantai dari lokasi geografis. Fasilitas lepas pantai terletak di lepas pantai dan jauh dari daratan dengan bentuk konstruksi yang berbeda dan ruang yang sangat terbatas untuk pekerja, sehingga faktor keselamatan dan kesehatan kerja menjadi prioritas utama dalam pelaksanaannya. Penggantian awak kapal agar kegiatan yang dilakukan di Fasilitas Lepas Pantai dapat mengurangi dampak kecelakaan pekerja lepas pantai. Critical Path Method (CPM) mengidentifikasi jalur kritis sebagai rangkaian komponen untuk jumlah aktivitas dan menunjukkan periode waktu terlama dengan penyelesaian proyek tercepat. Jalur kritis dimulai dari aktivitas pertama hingga proyek terakhir. Jalur kritis penting untuk proyek implementasi. Kegiatan yang tertunda pada satu jalur akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Dalam menjalankan proyek manajemen untuk mendapatkan jalur kritis digunakan tata letak paralel yang disusun secara proporsional dengan menghitung jarak yang ditempuh. Jika perusahaan mampu menerapkan metode Critical Path Method (CPM) dengan baik, maka proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat dan dapat membantu perusahaan dalam perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien. PERT (Program Evaluation and Technology Review) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga estimasi waktu untuk setiap kegiatan. Ketiga angka estimasi tersebut, yaitu a (timeframe optimis), b (timeframe pesimis), dan m (timeframe kemungkinan

besar). Dengan dilakukannya Proses Rescheduling dengan Pendekatan CPM dan PERT dapat memberikan informasi dan aplikasi untuk menyelesaikan jadwal proyek yang sedang berjalan dan yang akan dilakukan di kemudian hari selain itu secara tidak langsung turut memangkas biaya yang dikeluarkan dalam penyelesaian proyek.

Abstract

Keywords:

Change;

CPM;

PERT;

Offshore facilities are exploration areas that can be removed on the beach from a geographical location. Offshore facilities are located offshore and far from land with different forms of construction and very limited space for workers, so that occupational safety and health factors are a top priority in implementing For this reason, it is necessary to pay attention to the proper scheduling and equitable replacement of crew so that activities carried out at Offshore Facilities can reduce the impact of offshore worker accidents. The Critical Path Method (CPM) identifies the critical path as a series of components for the total number of activities and indicates the longest time period with the fastest project completion. The critical path starts from the first activity to the last project. The critical path is important for implementation projects. Activities that are delayed on one track will cause a delay in the project as a whole. The estimated time used in CPM is only one that represents normal time (Kholil, et al, 2018). In carrying out a management project to get the critical path, use a parallel layout which is arranged proportionally by calculating the distance traveled. If the company is able to apply the Critical Path Method (CPM) method well, then the project can be completed in the right timeframe and can help the company in planning and controlling projects with more efficient time and costs. PERT (Program Evaluation and Technology Review) is a project management technique that uses three time estimates for each activity. The three estimation numbers, namely a (optimistic timeframe), b (pessimistic timeframe), and m (most likely timeframe). By carrying out the Rescheduling Process using the CPM and PERT Approaches, it can provide information and applications to complete the ongoing project schedule and which will be carried out at a later date besides indirectly contributing to cutting costs incurred in completing the project.

1. INTRODUCTION

Pasal 2 (3) "Perusahaan angkutan laut dalam negeri diberikan kewenangan untuk melaksanakan kegiatan perekrutan dan penempatan awak kapal untuk kebutuhan perusahaannya sendiri". Dalam hal ini, bertindak sebagai ship owner mempunyai kewenangan untuk mencari sendiri kru kapalnya dan mempersiapkan segalanya untuk proses *crew change* (pergantian kru). Perusahaan berhak menetapkan standar dalam mencari kru kapalnya demi mendapatkan kru kapal yang ahli sesuai bidangnya. Berdasarkan monitoring *crew tour of duty* kapal terdapat seringnya kru kapal yang bekerja melebihi tanggal jatuh tempo kerja atau *over due* yang telah ditetapkan sebelumnya, kru kapal yang berstatus *crew standby* tidak bersedia untuk bergabung kembali dengan perusahaan dikarenakan sudah mendapatkan pekerjaan dengan perusahaan pelayaran lain diakibatkan lamanya waktu *stand by* selama kru berada di darat, dan sulitnya mencari kandidat baru yang kompeten dan memiliki pengalaman yang sesuai kapal yang sejenis tentunya hal ini sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan oleh perusahaan dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan yang ditetapkan oleh pencharter. Perusahaan telah melakukan upaya perbaikan terkait permasalahan tersebut, namun belum membuahkan hasil yang maksimal sehingga masih diperlukan adanya perbaikan. Sehubungan dengan adanya kendala-kendala tersebut, penulis akan melakukan sebuah penelitian dan kemudian mencari upaya yang tepat untuk mengatasi permasalahan

dalam pelaksanaan *crew change*. Evaluasi adalah suatu alat atau prosedur yang digunakan untuk mengetahui dan mengukur sesuatu dalam suasana dengan cara dan aturan-aturan yang sudah ditentukan. Dari hasil evaluasi biasanya diperoleh tentang atribut atau sifat-sifat yang terdapat pada individu atau objek yang bersangkutan. Selain menggunakan tes, data juga dapat dihimpun dengan menggunakan angket, observasi, dan wawancara atau bentuk instrumen lainnya yang sesuai. Evaluasi dapat digunakan untuk memeriksa tingkat keberhasilan program berkaitan dengan lingkungan program dengan suatu "judgement" apakah program diteruskan, ditunda, ditingkatkan, dikembangkan, diterima, atau ditolak. (Muryadi, 2017). Offshore facilities merupakan area dari eksplorasi yang berada dilepas pantai dari letak geografis Offshore Facilities berada di lepas pantai dan jauh dari daratan dengan bentuk konstruksi yang berbeda serta ruang gerak bagi pekerja yang sangat terbatas, sehingga faktor keselamatan dan kesehatan kerja merupakan prioritas utama dalam melaksanakan kegiatan yang dilakukan di Offshore Facilities oleh sebab itu perlu diperhatikannya penjadwalan yang tepat dan pergantian crew yang merata sehingga mengurangi dampak kecelakaan pekerja offshore. *Critical Path Method* (CPM) mengenali jalur kritis sebagai rangkaian komponen untuk jumlah total aktivitas dan menunjukkan periode waktu terlama dengan penyelesaian proyek tercepat. Jalur kritis dimulai dari aktivitas pertama hingga terakhir proyek. Jalur kritis penting untuk implementasi proyek. Aktivitas yang tertunda pada satu jalur akan menyebabkan penundaan proyek secara keseluruhan. (Lantara et al., 2018). Estimasi waktu yang digunakan dalam CPM hanya satu yang mewakili waktu normal (Kholil, dkk, 2018). Dalam melakukan manajemen proyek untuk mendapatkan jalur kritis maka penggunaan tata letak parallel yang disusun secara proporsional dengan menghitung jarak tempuhnya (Pawennari, dkk, 2022). Jika perusahaan mampu menerapkan metode *Critical Path Methode* (CPM) dengan baik, maka proyek dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang tepat juga dapat membantu perusahaan dalam mengadakan perencanaan dan pengendalian proyek dengan waktu dan biaya yang lebih efisien (Wiratmani & Prawitasari, 2013). PERT (Evaluasi Program dan Teknologi Review) adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga perkiraan waktu untuk setiap aktivitas. Tiga angka estimasi tersebut, yaitu a (kurun waktu optimistik), b (kurun waktu pesimistik), dan m (kurun waktu yang paling mungkin). (Masinambow, 2019). Dengan Melakukan Proses Penjadwalan Ulang menggunakan Pendekatan CPM dan PERT dapat memberikan informasi serta aplikasi pemangkasan jadwal proyek yang sedang dan yang akan dilakukan di kemudian hari selain itu secara tidak langsung akan memberikan kontribusi ke pemangkasan biaya yang dikeluarkan dalam menyelesaikan proyek.

2. METHODS

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode CPM dan PERT. Untuk metode CPM pengolahan data dilakukan sebagai berikut:

1. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup pergantian pekerja offshore, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek
2. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
3. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
4. Menghitung perhitungan maju atau menghitung EET (*Earliest Event Time*)
5. Menghitung perhitungan mundur atau menghitung LET (*Latest Event Time*)
6. Menghitung perhitungan slack atau kelonggaran Waktu.
7. Menentukan jalur kritis.
8. Sedangkan untuk metode PERT pengolahan data dilakukan sebagai berikut:
9. Menentukan perkiraan waktu aktifitas.
10. Deviasi standar.
11. Variasi kegiatan
12. Probabilitas kegiatan proyek untuk mencapai target jadwal

3. RESULT AND DISCUSSION

Adapun hasil dan pembahasan pada penelitian adalah sebagai berikut: Sebelum menghitung berapa lama proyek akan selesai, harus dilakukan dulu pengukuran menggunakan metode PERT. Berikut adalah rincian kegiatan untuk mengukur berapa lama proyek akan selesai.

Tabel 1 Rincian Kegiatan (Optimis, Normal & Pesimis)

Kegiatan	Estimasi Waktu (Hari)			Kegiatan Pendahulu
	Waktu Optimis (a)	Waktu Normal (b)	Waktu pesimis	
A	12	14	16	-
B	12	14	16	A
C	11	13	15	B
D	11	13	15	C
E	12	14	16	D
F	10	13	15	E
G	12	13	14	F
H	7	8	9	G

Pada kegiatan A hingga H merupakan kegiatan yang belum terselesaikan, Percepatan yang digunakan dalam menyelesaikan masalah keterlambatan adalah dengan menambah jam kerja kemudian dikonversi ke penambahan jumlah pekerja. Pada percepatan penambahan jam kerja menggunakan metode crashing berdasarkan jalur kritis pada metode PERT. Berikut adalah tabel perhitungan percepatan (crashing) :

Tabel 2 Perhitungan Crashing

Keg.	Rincian Kegiatan	Durasi Normal (Hari)	CRASH DURATION	CRASH DURATION
			Dengan Penambahan 6 Jam Kerja (Hari)	Dengan Penambahan 7 Jam Kerja (Hari)
A	Shell 4	14	10	9
B	Shell 5	14	10	9
C	Shell 6	13	9	8
D	Shell 7	13	9	8
Total		34	38	32

Setelah diketahui penambahan jam kerja yang harus dilakukan oleh perusahaan agar dapat selesai tepat waktu, Target waktu pengerjaan proyek agar tepat waktu yaitu selama 32 hari (sudah dikurangi hari minggu dan hari raya). Proyek ini dikerjakan selama 6 hari dalam 1 minggu, yaitu dari hari senin hingga sabtu. Dalam 1 hari proyek ini dikerjakan selama 8 jam, yakni dimulai dari pukul 07.00 WIB – 16.00 WIB dengan waktu istirahat selama 1 jam (12.00 WIB –13.00 WIB).

Tabel 3 Perbandingan Waktu Pekerjaan & Biaya Pekerjaan

Model	Waktu percepatan (Hari)	Persentase (%)	Biaya Percepatan (Rp)	Persentase (%)	Total Persentase (%)
6 Jam	38	31.06	2.705.420.379	31.90	62.96%
7 Jam	32	37.87	2.738.490.038	31.06	68.94%
8 Jam	30	44.26	4.441.493.583	-11.81	32.45%

Efisiensi percepatan waktu

$$\text{Efisiensi 6 Jam Kerja (\%)} = \frac{235-162}{235} \times 100\% = 31,06\%$$

$$\text{Efisiensi 7 Jam Kerja (\%)} = \frac{235-146}{235} \times 100\% = 37,87\%$$

$$\text{Efisiensi 8 Jam Kerja (\%)} = \frac{235-131}{235} \times 100\% = 44,26\%$$

Model pertama yaitu 6 Jam secara waktu tidak memenuhi target yang di tentukan dimana untuk menyelesaikan proyek berikut ini waktu yang dibutuhkan minimal adalah 38 hari, sementara model 7 Jam secara waktu sudah memenuhi target minimal yang sudah di tentukan, untuk model 8 Jam juga sudah memenuhi target yang di tentukan, namun dari Biaya yang harus di keluarkan oleh perusahaan maka model pertama 6 Jam yang paling hemat dari sisi biaya yang harus di keluarkan perusahaan, model kedua yaitu 7 Jam juga di asumsikan masih dapat di terima perusahaan sementara pada model ketiga yaitu 8 Jam biaya yang di keluarkan tidak sebanding dengan hasil kerja yang diberikan. Dari ringkasan setiap model tersebut, dapat diketahui bahwa perusahaan akan lebih baik menggunakan model kedua yaitu 7 Jam kerja dengan pertimbangan bahwa apabila perusahaan menggunakan 7 Jam kerja maka benefit yang akan diterima oleh perusahaan adalah Waktu kerja yang sudah sesuai dengan kebutuhan untuk menyelesaikan dari Biaya penambahan akibat percepatan perusahaan mengeluarkan jumlah biaya yang masih di bawah nilai anggaran yang dikenakan apabila perusahaan mengalami keterlambatan, dan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dimana biaya tersebut lebih kecil dari anggaran yang di kenakan apabila perusahaan mengalami keterlambatan sehingga selisih dari nilai tersebut adalah Profit untuk perusahaan dalam upaya menyelesaikan proyek semaksimal mungkin dan tetap menjaga kredibilitas, profesionalitas & integritas perusahaan di pandangan Client.

Tabel 4 Data Time Schedule Instalasi Offshore Pipeline dari Satu Sisi

Activity Name	Duration (Days)	Start	Finish
START	0	09-Sep-20	09-Sep-20
Geotechnical & Geophysical Survey	82	09-Sep-20	29-Nov-20
Permit from Ditjen Migas	90	30-Sep-22*	28-Dec-22
Permit from Ditjen Hubla	180	30-Sep-22*	27-Mar-22
Tender Accesories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	10-Dec-20*	21-Apr-21
Tender for Coated Pipeline	114	27-Feb-21*	21-Aug-21
Fabrication & Delivery Pipeline Accesories	280	22-Apr-21*	26-Jan-22
Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	22-Aug-21*	03-Feb-22
Detail Engineering for Installation Pipeline	60	24-Aug-22*	17-Nov-22
Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154	18-Nov-22*	19-Apr-22
Rig Up & Modification Barge	3	20-Apr-22*	22-Apr-22
Sail to Installation Point (From Batam)	12	23-Apr-22*	04-May-22
Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	2	01-May-22*	04-May-22
Arrival at Installation Point (East Java) & Drop Anchor	1	05-May-22*	05-May-22
Feeding Pipeline to PLB & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	8	06-May-22*	13-May-22
Pipe Laydown and Move to Spread Point	1	14-May-22*	14-May-22
Subsea Tie-In (Using Flange to Flange Connection)	8	15-May-22*	22-May-22
Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	24-May-22*	24-May-22
Cleaning, Gauging, Flooding	3	25-May-22*	27-May-22
Hydrotest	1	28-May-22*	28-May-22
Depressurize	1	29-May-22*	29-May-22
Dewatering	1	30-May-22*	30-May-22
Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1	31-May-22*	31-May-22
Demobilization	12	01-Jun-22*	12-Jun-22

Penyusunan *Diagram Network* dan Penentuan Jalur Kritis

Penyusunan *diagram network* dari proyek instalasi offshore *pipeline* ini dilakukan dengan mengacu kepada data jadwal proyek yang ada pada sub-bab 4.1. Caranya adalah dengan menamakan suatu kegiatan terlebih dahulu agar dapat diketahui urutan urutan dari kegiatan satu dan lainnya. Setelah itu kegiatan-kegiatan dihubungkan sesuai dengan urutan waktu dan berdasarkan logika ketergantungan antar kegiatan. Berikut adalah data kegiatan dari proyek instalasi *offshore pipeline* yang telah diberikan inisial penamaan beserta durasinya :
Tabel 5 Daftar Kegiatan Instalasi Satu Sisi (Dengan Inisial Kegiatan)

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)
START	start	0
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82
B	Permit from Ditjen Migas	90
C	Permit from Ditjen Hubla	180
D	Tender Accesories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90
E	Tender for Coated Pipeline	114
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accesories	280
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166
H	Detail Engineering for Installation Pipeline	60
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154
J	Rig Up & Modification Barge	3
K	Sail to Installation Point (From Batam)	12
L	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	2
M	Arrival at Installation Point (East Java) & Drop Anchor	1
N	Feeding Pipeline to PLB & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	8
O	Pipe Laydown and Move to Spread Point	1
P	Subsea Tie-In (Using Flange to Flange Connection)	8
Q	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1
R	Cleaning, Gauging, Flooding	3
S	Hydrotest	1
T	Depressurize	1
U	Dewatering	1
V	Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1
W	Demobilization	12

Langkah berikutnya adalah menentukan kegiatan pengikat pada masing masing kegiatan, tujuannya adalah mempermudah untuk pembuatan *diagram network* yang mengacu pada metode *Critical Path* (Jalur Kritis). Berikut ini adalah hasil urutan kegiatan berdasarkan durasi dan kegiatan pendahulunya :

Tabel 6 Daftar Pendahulu Kegiatan Instalasi Satu Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Pendahulu
START	START	0	-
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82	START
B	Permit from Ditjen Migas	90	START
C	Permit from Ditjen Hubla	180	START
D	Tender Accesories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	A

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu
E	Tender for Coated Pipeline	114	A
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280	D
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	E
H	Detail Engineering for Installation Pipeline	60	F,G
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154	H
J	Rig Up & Modification Barge	3	B,C,I
K	Sail to Installation Point (From Batam)	12	J
L	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	2	J
M	Arrival at Installation Point (East Java) & Drop Anchor	1	K,L
N	Feeding Pipeline to PLB & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	8	M
O	Pipe Laydown and Move to Spread Point	1	N
P	Subsea Tie-In (Using Flange to Flange Connection)	8	O
Q	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	P
R	Cleaning, Gauging, Flooding	3	Q
S	Hydrotest	1	R
T	Depressurize	1	S
U	Dewatering	1	T
V	Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1	U
W	Demobilization	12	V

Perhitungan Mulai dan Selesai Proyek

Perhitungan Maju Instalasi Dari Satu Sisi

Dalam perhitungan maju (*Forward Pass*) ini akan didapatkan nilai *Earliest Start* (ES) dan nilai *Earliest Finish* (EF), dimana nilai EF didapatkan dari penjumlahan antara ES (0) dan Durasi. Berikut ini merupakan hasil hari perhitungan maju (*Forward Pass*) dari proyek instalasi *offshore pipeline* dari satu sisi :

Tabel 7 Perhitungan Maju Proyek Instalasi Satu Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	ES	EF
START	start	0	-	0	0
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82	START	0	82
B	Permit from Ditjen Migas	90	START	0	90
C	Permit from Ditjen Hubla	180	START	0	180
D	Tender Accecories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	A	82	172
E	Tender for Coated Pipeline	114	A	82	196
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280	D	172	452
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	E	196	362
H	Detail Engineering for Installation Pipeline	60	F,G	452	512

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	ES	EF
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154	H	512	666
J	Rig Up & Modification Barge	3	B,C,I	666	669
K	Sail to Installation Point (From Batam)	12	J	669	681
L	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	2	J	669	671
M	Arrival at Installation Point (East Java) & Drop Anchor	1	K,L	681	682
N	Feeding Pipeline to PLB & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	8	M	682	690
O	Pipe Laydown and Move to Spread Point	1	N	690	691
P	Subsea Tie-In (Using Flange to Flange Connection)	8	O	691	699
Q	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	P	699	700
R	Cleaning, Gauging, Flooding	3	Q	700	703
S	Hydrotest	1	R	703	704
T	Depressurize	1	S	704	705
U	Dewatering	1	T	705	706
V	Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1	U	706	707
W	Demobilization	12	V	707	719

Perhitungan Mundur Instalasi Dari Satu Sisi

Perhitungan mundur (*Backward Pass*) ini akan didapatkan nilai *Latest Start* (LS) dan nilai *Latest Finish* (LF), dimana nilai LS didapatkan dari hasil pengurangan antara LF dan Durasi. Berikut ini merupakan hasil hari perhitungan Mundur (*Backward Pass*) dari proyek instalasi *offshore pipeline* :

Tabel 8 Perhitungan Mundur Proyek Instalasi Satu Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	LS	LF
START	Start	0	-	0	0
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82	START	0	82
B	Permit from Ditjen Migas	90	START	576	666
C	Permit from Ditjen Hubla	180	START	486	666
D	Tender Accecories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	A	82	172
E	Tender for Coated Pipeline	114	A	172	286
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280	D	172	452
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	E	286	452
H	Detail Engineering for Installation Pipeline	60	F,G	452	512
I	Procurment Balanced Materialfor Pipeline and Consumable	154	H	512	666
J	Rig Up & Modification Barge	3	B,C,I	666	669
K	Sail to Installation Point (From Batam)	12	J	669	681
L	Load Pipeline and Other aterials(From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	2	J	679	681
M	Arrival at Installation Point (East Java) & Drop Anchor	1	K,L	681	682

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	LS	LF
N	Feeding Pipeline to PLB & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	8	M	682	690
O	Pipe Laydown and Move to Spread Point	1	N	690	691
P	Subsea Tie-In (Using Flange to Flange Connection)	8	O	691	699
Q	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	P	699	700
R	Cleaning, Gauging, Flooding	3	Q	700	703
S	Hydrotest	1	R	703	704
T	Depressurize	1	S	704	705
U	Dewatering	1	T	705	706
V	Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1	U	706	707
W	Demobilization	12	V	707	719

Network Diagram & Jalur Kritis

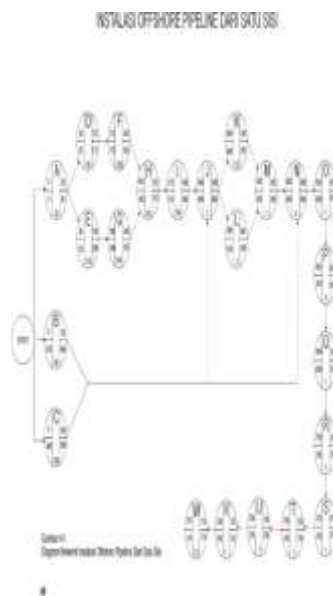
Jalur Kritis adalah jalur yang menunjukkan kegiatan kritis dari awal kegiatan sampai dengan akhir kegiatan di diagram jaringn. Digunakan untuk menghitung waktu penyelesaian dari suatu proyek. Waktu penyelesaian dapat dihitung dari masing-masing jalur (*path*) dari kegiatan- kegiatan di jaringan. Berikut ini adalah jalur kritis pada proyek *Instalasi Offshore Pipeline* yang dilakukan dari satu sisi :

A-D-F-H-I-J-K-M-N-O-P-Q-R-S-T-U-V-W

Diagram Network terdapat pada halaman berikutnya dengan keterangan Gambar *Diagram Network* Instalasi *Pipeline* dari Satu Sisi.

Setelah mengurai seluruh kegiatan dan mendapatkan jalur kritis, maka tahap selajutnya yaitu melakukan skenario percepatan durasi proyek (*crashing*) pada jalur kritis yang telah di tentukan. Percepatan durasi proyek (*crashing*) dapat dilakukan dengan beberapa ketentuan percepatan, seperti penambahan jam kerja (lembur), penambahan pekerja, penggunaan metode konstruksi yang lebih efektif dan lain lain.

Pada proyek Instalasi *Offshore Pipeline* milik PT.X ini, percepatan dilakukan dengan cara menggunakan metode instalasi *offshore pipeline* dari dua sisi platform lalu di sambung dengan menggunakan metode "*Above Water Tie-In*". Selain itu, dengan penggunaan metode ini, berarti jumlah pekerja pun di tambah pula untuk mempercepat durasi proyek tersebut.



Percepatan Proyek

Pipeline dari Dua Sisi menggunakan *Above Water Tie-in*

Mengacu pada data yang telah ada pada sub-bab sebelumnya, penulis melakukan perancangan jadwal ulang menggunakan metode instalasi dari dua sisi dan di sambung menggunakan *Above water tie-in* sebagai terbosan untuk mempercepat proses instalasi pipeline. Tujuan utamanya ialah, sebagai antisipasi apabila terjadi keterlambatan dan juga mempercepat penggunaan aset oleh owner untuk mendulang keuntungan. Sedikit memahami mengenai sistem pengerjaan dari instalasi dua sisi dan disambung menggunakan metode *Above Water Tie-in* ini, secara garis besar pengerjaannya hampir sesuai dengan instalasi yang telah dilakukan dari satu sisi, namun yang membedakan terdapat satu buah kapal laybarge lagi untuk mengerjakan proses instalasi dari sisi w- platform menuju titik tengah dan satu buah kapal akomodasi untuk menampung para pekerja. Berikut ini adalah Rancangan waktu Instalasi *Offshore Pipeline* dari dua sisi dan di sambung menggunakan metode *Above Water Tie-In* :

Tabel 7 Rancangan waktu proyek Instalasi *Offshore Pipeline* dari Dua Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)
START	Start	683
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82
B	Permit from Ditjen Migas	90
C	Permit from Ditjen Hubla	180
C'	Temporary Permit from Ditjen Hubla	155
D	Tender Accecories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90
E	Tender for Coated Pipeline	114
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166
H	Detail Installation & Design Engineering for Pipeline	30
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154
JA	Rig Up & Modification PLBarge 1	3
JB	Rig Up & Modification PLBarge 2	3
KA	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 1	12
KB	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 2	12
LA	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	1
LB	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	1
MA	Arrival at Installation Point Platform Charlie Platform & Drop Anchor	1
MB	Arrival at Installation Point Platform Whiskey Platform & Drop Anchor	1
NA	Feeding to PLB 1 & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	4

Setelah melakukan penjadwalan ulang, barulah dapat dibuat perhitungan maju dan mundur dari rancangan waktu instalasi offshore pipeline milik PT.X menggunakan instalasi dari dua sisi dan di sambung menggunakan metode *Above Water Tie In*. Perhitungan maju dan mundur pada rancangan waktu ini, mengadopsi durasi pada data proyek instalasi offshore pipeline yang telah dilakukan menggunakan instalasi dari satu sisi. Berikut adalah hasil analisa perhitungan maju instalasi offshore pipeline milik PT.X menggunakan instalasi dari dua sisi dan di sambung menggunakan metode *Above Water Tie In* :

Tabel 8 Rancangan perhitungan maju proyek Instalasi *offshore pipeline* dari Dua Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	ES	EF
START	Start	683	-	0	0
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82	START	0	82
B	Permit from Ditjen Migas	90	START	0	90
C	Permit from Ditjen Hubla	180	START	0	180
C'	Temporary Permit from Ditjen Hubla	155	-	0	155
D	Tender Accecories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	A	82	172
E	Tender for Coated Pipeline	114	A	82	196
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280	D	172	452
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	E	196	362
H	Detail Installation & Design Engineering for Pipeline	30	F,G	452	482
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154	H	482	636
JA	Rig Up & Modification PLBarge 1	3	B, C', I	636	639
JB	Rig Up & Modification PLBarge 2	3	B, C', I	636	639
KA	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 1	12	JA	639	651
KB	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 2	12	JB	639	651
LA	Load Pipeline and Other Materials (From Shorebase) & Sail to Site	1	KA	639	640
LB	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	1	KB	639	640
MA	Arrival at Installation Point Platform Charlie Platform & Drop Anchor	1	LA	651	652
MB	Arrival at Installation Point Platform Whiskey Platform & Drop Anchor	1	LB	651	652
NA	Feeding to PLB 1 & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	4	MA,B, C	652	656
NB	Feeding to PLB 2 & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	4	MB, B, C	652	656
OA	Pipe Laydown and Move to Spread Point Charlie Platform	1	NA	656	657
OB	Pipe Laydown and Move to Spread Point Whiskey Platform	1	NB	656	657
PA	Subsea Tie-Inat Charlie Platform(Using Flange toFlange Connection)	4	OA	657	661
PB	Subsea Tie-In at Whiskey Platform (Using Flange to Flange Connection)	4	OB	657	661
Q	Positioning PLB 1 and Preparing Dafit Lifting	1	PA,PB	661	662
R	Pipeline Lifting, Cutting, Fit Up, Welding & Lowering Pipeline	1	Q	662	663
S	Pipeline Contingency	1	R	663	664
T	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	S	664	665
U	Cleaning, Gauging, Flooding	3	T	665	668
V	Hydrotest	1	U	668	669
W	Depressurize	1	V	669	670
X	Dewatering	1	W	670	671
Y	Nitrogen Purging to clean the	1	X	671	672

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	ES	EF
	Oxygen				
Z	Demobilization	12	Y	672	684

Berikut ini pada tabel 4.9 adalah hasil analisa perhitungan mundur instalasi offshore pipeline milik PT.X menggunakan instalasi dari dua sisi dan di sambung menggunakan metode Above Water Tie In :

Tabel 9 Rancangan perhitungan mundur proyek Instalasi *offshore pipeline* dari Dua Sisi

Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	LS	LF
START	Start	683	-	0	0
A	Geotechnical & Geophysical Survey	82	START	0	82
B	Permit from Ditjen Migas	90	START	546	636
C	Permit from Ditjen Hubla	180	START	472	652
C'	Temporary Permit from Ditjen Hubla	155	START	481	636
D	Tender Accecories Pipeline (Flange, Bend, etc.)	90	A	82	172
E	Tender for Coated Pipeline	114	A	172	286
F	Fabrication & Delivery Pipeline Accecories	280	D	172	452
G	Fabrication & Delivery Coated Pipeline	166	E	286	452
H	Detail Installation & Design Engineering for Pipeline	30	F,G	452	482
I	Procurment Balanced Material for Pipeline and Consumable	154	H	482	636
JA	Rig Up & Modification PLBarge 1	3	C', I	636	639
JB	Rig Up & Modification PLBarge 2	3	C', I	636	639
KA	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 1	12	JA	639	651
KB	Sail to Installation Point (From Batam) PLB 2	12	JB	639	651
LA	Load Pipeline and OtherMaterials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	1	KA	650	651
LB	Load Pipeline and Other Materials (From Lamongan Shorebase) & Sail to Site	1	KB	650	651
MA	Arrival at Installation Point Platform Charlie Platform & Drop Anchor	1	LA	651	652
MB	Arrival at Installation Point Platform Whiskey Platform & Drop Anchor	1	LB	651	652
NA	Feeding to PLB 1 & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	4	MA, B, C	652	656
NB	Feeding to PLB 2 & Set up Pipeline on Firing Line & Pipeline Laying	4	MB, B, C	652	656
OA	Pipe Laydown and Move to Spread Point Charlie Platform	1	NA	656	657
OB	Pipe Laydown and Move to Spread Point Whiskey Platform	1	NB	656	657
PA	Subsea Tie-In at Charlie Platform (Using Flange to Flange Connection)	4	OA	657	661
PB	Subsea Tie-In at Whiskey Platform (Using Flange to Flange	4	OB	657	661
Q	Positioning PLB 1 and Preparing Dafit Lifting	1	PA,PB	661	662
R	Pipeline Lifting, Cutting, Fit Up, Welding & Lowering Pipeline	1	Q	662	663
S	Pipeline Contingency	1	R	663	664
T	Connect High Pressure to Platform, Pressurize, Stabilization	1	S	664	665
U	Cleaning, Gauging, Flooding	3	T	665	668
V	Hydrotest	1	U	668	669
W	Depressurize	1	V	669	670

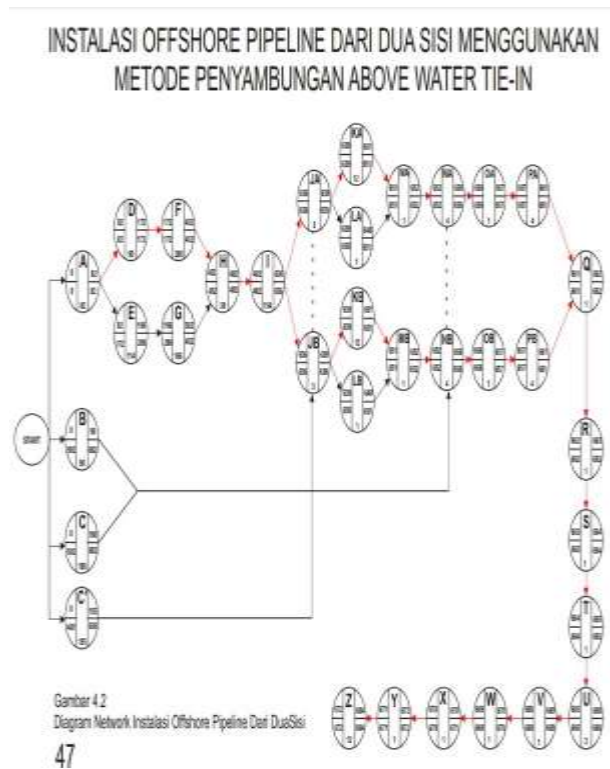
Activity ID	Activity Name	Duration (Days)	Penda hulu	LS	LF
X	Dewatering	1	W	670	671
Y	Nitrogen Purging to clean the Oxygen	1	X	671	672
Z	Demobilization	12	Y	672	684

Jalur Kritis dari Proyek yang telah di Percepat

Pada proyek Instalasi *offshore pipeline* dari dua sisi ini prosesnya menggunakan tambahan kegiatan baru yaitu pada kegiatan Q,R dan S. Ketiga kegiatan tersebut adalah bagian dari kegiatan *Above Water Tie-in* untuk menyambung kedua *pipeline* yang telah ter-*install* diantara dua *platform*. Berikut ini adalah hasil penentuan jalur kritis proyek yang telah di percepat menggunakan AWTI :

- **A-D-F-H-I-JA-KA-MA-NA-OA-PA-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z**
- **A-D-F-H-I-JB-KB-MB-NB-OB-PB-Q-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z**

Network Diagram untuk kegiatan instalasi *offshore pipeline* dari dua sisi terdapat pada halaman berikutnya dengan keterangan Gambar Instalasi *Offshore Pipeline* dari Dua Sisi Menggunakan *Above Water Tie-In*.



4. CONCLUSION

Pada proyek Instalasi *offshore pipeline* dari dua sisi ini prosesnya menggunakan tambahan kegiatan baru yaitu pada kegiatan Q,R dan S. Ketiga kegiatan tersebut adalah bagian dari kegiatan *Above Water Tie-in* untuk menyambung kedua *pipeline* yang telah ter-*install* diantara dua *platform*. melakukan skenario percepatan durasi proyek (*crashing*) pada jalur kritis yang telah di tentukan. Percepatan durasi proyek (*crashing*) dapat dilakukan dengan beberapa ketentuan percepatan, seperti penambahan jam kerja (*lembur*), penambahan pekerja, penggunaan metode konstruksi yang lebih efektif dan lain lain.

Pada proyek Instalasi *Offshore Pipeline* milik PT.X ini, percepatan dilakukan dengan cara menggunakan metode instalasi *offshore pipeline* dari dua sisi *platform* lalu di sambung dengan menggunakan metode "*Above Water Tie-In*". Selain itu, dengan penggunaan metode ini, berarti jumlah pekerja pun di tambah pula untuk mempercepat durasi proyek tersebut.

5. REFERENCES

- Herdianzah, Y., Padhil, A., Pawennari, A., Alisayabana, T., Mail, A., Alimuddin, T., & Wibowo, S. A. (2022). DESAIN JALUR EVAKUASI PENGGUNA BANGUNAN PADA KONDISI DARURAT DI GEDUNG FTI-UMI LANTAI IV MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD WARSHALL. *JURNAL REKAYASA SISTEM INDUSTRI*, 7(2), 48-51.
- Muryadi, A. D. (2017). Model evaluasi program dalam penelitian evaluasi. *Jurnal Ilmiah Penjas (Penelitian, Pendidikan Dan Pengajaran)*, 3(1).
- Kholil, A., Aufi, F., & Syaefudin, E. A. (2020, December). Pengaruh layer thickness dan orientasi 3D Printing terhadap uji tarik material ABS. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 219-226).
- Wiratmani, E. (2015). Penerapan metode jalur kritis dalam penyusunan jadwal pelaksanaan proyek pembangunan fasilitas rumah karyawan. *Faktor Exacta*, 6(3), 210-217.
- Idris, R., & Lestari, E. (2017). Pengaruh Pengorganisasian Terhadap Peningkatan Mutu Pendidikan Di Sd Inpres Bangkala li Kota Makassar. *Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 20(1), 18–30. <https://doi.org/10.24252/lp.2017v20n1a2>
- Khanafi, I., Salafuddin, S., Abidin, M. Y., & Khamidi, A. N. (2013). Persepsi dan Transformasi Visi dan Misi Pada Civitas Akademika Stain Pekalongan. *Jurnal Penelitian*, 6(2). <https://doi.org/10.28918/jupe.v6i2.229>
- Pratiwi, Y. E., & Sunarso, S. (2018). Peranan Musyawarah Mufakat (Bubalah) Dalam Membentuk Iklim Akademik Positif di Prodi PPKn FKIP Unila. *Sosiohumaniora*, 20(3), 199. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v20i3.16254>
- Sudarmanto. (2018). Peranan Kepala Sekolah dalam Mewujudkan Visi Dan Misi Sekolah Menjadi Sebuah Aksi. Retrieved April 15, 2020, from <https://cahaya-begawan.blogspot.com/2017/04/peranan-kepala-sekolah-dalam-mewujudkan.html>
- Wahyudin, W. (2018). Optimalisasi Peran Kepala Sekolah dalam Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Kependidikan*, 6(2), 249–265. <https://doi.org/10.24090/jk.v6i2.1932>
- Wulandari, R. Y. (2016). Implementasi supervisi manajerial pengawas sekolah dalam meningkatkan kompetensi pengelola perpustakaan. *Manajer Pendidikan*, 10(2).
- Yusutria, Y. (2018). Analisis Mutu Lembaga Pendidikan Berdasarkan Fungsi Manajemen di Pondok Pesantren Thawalib Padang Sumatera Barat. *Ta'dib: Jurnal Pendidikan Islam*, 7(2), 61–68. <https://doi.org/10.29313/tjpi.v7i2.3833>