

# Efektivitas Metode *Dual Shift* Terhadap Percepatan Proyek Pemasangan *Gate Valve* Dalam Kondisi *Online Service (Hot Tapping)*

Aditty Huzaini<sup>1</sup>, Fitri Hardiyanti<sup>2</sup>, Dicki Nizar Zulfika<sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1,3</sup>

Program Studi D4 Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>

Email: [adittayahuzaini@student.ppns.ac.id](mailto:adittayahuzaini@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; Email: [fitrihardiyanti@ppns.ac.id](mailto:fitrihardiyanti@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; Email: [dicki.nizar@ppns.ac.id](mailto:dicki.nizar@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>;

**Abstract** – Construction project planning requires close attention to time, cost, and quality as key success factors. This study examines the installation of a gate valve and a bypass pipeline under online service conditions using the hot tapping method on the Zamrud–Minas shipping line in Pekanbaru, Riau. The project experienced delays due to design changes in the bypass route and technical challenges during construction. To address these issues, the bypass was redesigned to improve fluid distribution. A Work Breakdown Structure (WBS) was prepared to support structured management, and rescheduling was conducted using the Precedence Diagram Method (PDM) to identify the critical path. Crashing techniques were applied through a dual shift scenario. The analysis showed that the normal schedule had the lowest direct cost of IDR 4,329,000,000, while dual shift required IDR 4,536,550,000 due to additional labor and material expenses. Indirect costs such as home and field offices, temporary facilities, and insurance remained constant, but project tax increased with total cost—IDR 476,190,000 (normal) and IDR 499,020,500 (dual shift). If project acceleration is highly urgent, dual shift becomes the most suitable option, reducing the project duration from 170 days to 97 days, although with higher expenditure compared to the normal schedule.

**Keyword:** Project Management, hot tapping, work breakdown structure, precedence diagram method, crashing project overtime dualshift

## Nomenclature

<i>Ls</i>	= Lump Sump
<i>Ea</i>	= Each
<i>Dia / Inch</i>	= Diameter pipa (inch) x jumlah joint
<i>M</i>	= meter
<i>ES</i>	= Early start
<i>EF</i>	= Early finish
<i>LS</i>	= Late start
<i>LF</i>	= Late finish

## 1. PENDAHULUAN

Waktu dan biaya merupakan faktor krusial dalam perencanaan proyek karena berpengaruh besar terhadap kemajuan proyek. Di awal proyek, sering muncul pertanyaan apakah waktu yang direncanakan sudah optimal dan apakah percepatan bisa dicapai dengan biaya efisien. Oleh karena itu, analisis diperlukan untuk mencapai hasil optimal. Proyek konstruksi kerap menghadapi kendala yang menyebabkan keterlambatan, terutama pada tahap perencanaan, pengadaan, hingga konstruksi. Penundaan ini dapat meningkatkan biaya dan mengganggu hubungan kontraktor dengan pemilik proyek. Menurut Kerzner (2009), tiga aspek penting dalam proyek konstruksi adalah waktu, biaya, dan kualitas. Optimalisasi harus dilakukan pada waktu dan biaya tanpa mengorbankan kualitas. Estimasi waktu yang akurat juga penting untuk menilai efisiensi pelaksanaan proyek. Penelitian ini

menganalisis proyek EPC (Engineering, Procurement and Construction) terkait pemasangan gate valve 24” dan penambahan pipa bypass dengan metode *hot tapping* pada jalur pipa Zamrud–Minas, Riau, yang direncanakan selama 3 bulan. Dalam pelaksanaannya, proyek mengalami keterlambatan akibat kendala seperti keterlambatan material, akses kerja, dan perubahan desain *bypass* karena revisi kebutuhan serta masalah dari vendor. Untuk mengatasi keterlambatan ini, dilakukan penjadwalan ulang dan percepatan proyek dengan mempertimbangkan hubungan antara waktu dan biaya, dilanjutkan dengan penjadwalan ulang menggunakan *precedence diagram method* (PDM) yang menggambarkan logika hubungan antar kegiatan secara rinci. Metode percepatannya menggunakan *crashing project* melalui tenaga kerja (*manpower*), dan waktu kerja (*dual shift*) agar proyek selesai tepat waktu.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam menjawab pertanyaan dari rumusan masalah supaya tercapai tujuan dengan tepat waktu sesuai perencanaan awal, dimulai dari identifikasi masalah melalui studi literatur dan studi lapangan. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder yang kemudian diolah sebagai input

utama. Selanjutnya dilakukan perancangan jalur pipa cabang *bypass* dan penguraian pekerjaan ke dalam *Work Breakdown Structure* (WBS). Penyebab keterlambatan proyek dianalisis menggunakan *Fishbone Diagram*, kemudian dihitung produktivitas tenaga kerja untuk mendukung proses penjadwalan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM).

Tahap berikutnya adalah optimasi proyek menggunakan metode *Crashing Project* melalui strategi dua shift (*dual shift*) untuk mendapatkan waktu dan biaya yang paling optimum. Hasil dari proses ini kemudian dianalisis lebih lanjut hingga menghasilkan kesimpulan yang menjadi jawaban atas permasalahan penelitian.

## 2.2 Tahap Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, akan membahas Proyek pemasangan *gate valve* dan pipa *bypass* dengan metode *hot tapping* di jalur pipa Zamrud-Minas mengalami keterlambatan selama fase konstruksi. Keterlambatan ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti ketidaksiapan material dan peralatan, hambatan dalam akses kerja, perubahan desain pipa *bypass* akibat perubahan kebutuhan, serta adanya kendala dari pihak vendor. Kondisi ini menunjukkan bahwa perencanaan waktu dan koordinasi dalam pelaksanaan proyek belum optimal, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami akar permasalahan. Analisis ini menjadi dasar untuk penjadwalan ulang proyek agar tercapai efisiensi waktu dan biaya tanpa mengorbankan kualitas pekerjaan. Dengan demikian, diperlukan metode manajemen proyek yang adaptif untuk menghindari keterlambatan berulang dan memastikan proyek selesai sesuai target.

## 2.3 Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan antara lain;

1. Data Primer: Diperoleh melalui wawancara *offline* dan *online* dengan karyawan dan *site manager* terkait penyebab keterlambatan dan durasi proyek selama *on-the-job training*.
2. Data Sekunder: Berupa dokumen perusahaan seperti P&ID diagram, *layout hot tapping*, jadwal proyek, durasi pekerjaan, data *man power*, peralatan, material, dan *scope of work*.

## 2.4 Tahap Pengelolaan Data

Berikut merupakan proses pengolahan data yang dilakukan oleh penulis :

1. Mempersiapkan data yang dibutuhkan.
2. Membuat *Work Breakdown Structure*
3. Mengidentifikasi penyebab keterlambatan pekerjaan dengan *fishbone diagram*.

4. Menentukan jalur kritis yang ada dengan metode PDM (*Precedence Diagram Method*)
5. Menentukan penjadwalan ulang dengan menggunakan *microsoft project* untuk pembuatan *gant chart*
6. Menghitung optimasi antara waktu dan biaya yang relevan menggunakan metode *Crashing Project*

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Work Breakdown Structure

Tabel 1 merupakan WBS proyek pemasangan *gate valve* pada pipa *existing*

**Tabel 1.** Work breakdown structure

Proyek pemasangan gate valve dan penambahan pipa bypass dengan metode hot tapping	
WBS	Activity
1	Engineering process
2	Procurement process
3	Akomodasi dan mobilisasi
4	Pekerjaan Hot tapping
4.1	Pipa Existing
4.2	Pemasangan pipa Bypass
4.3	Pemasangan venting & balancing (Pipa Existing)
4.4	Pemasangan drain (Pipa Existing)
4.5	Pipa Existing
5	Final report dan intelligent pig

### 3.2 Produktivitas

Produktivitas pekerjaan diartikan sebagai jumlah pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam suatu periode waktu tertentu (jumlah pekerjaan/waktu) yang dapat dilihat di Tabel 2.

**Tabel 2.** Produktivitas

No	Nama Kegiatan	Volume	Durasi (hari)	Produktivitas/hari
1. ENGINEERING PROCESS				
1.1	Desain	1 LS	20	0.05
1.2	Perhitungan	1 LS	15	0.06
2. PROCUREMENT PROCESS				
2.1	Identifikasi kebutuhan	1 LS	10	0.1
2.2	Pengadaan material	72 Ea	25	3
2.3	Pengadaan alat	16 Ea	30	0.53
3. AKOMODASI & MOBILISASI				
3.1	Akomodasi	1 LS	10	0.1
3.2	Mobilisasi	1 LS	30	0.03
4. PEKERJAAN HOT TAPPING				
4.1 Pipa Existing				
4.1.1	Persiapan lokasi	1 LS	5	0.2
4.1.2	Pengecekan ketebalan pipa existing	100 m	3	33.3
4.1.3	Stoppie Plug 24"-300#	2 Ea	3	1
4.1.4	Pemasangan Split Tee 24"-300#	192 Dia Inch	4	48 Dia Inch/Hari
4.1.5	Pemasangan Blind Flange 24"-300#	96 Dia Inch	2	48 Dia Inch/Hari
4.1.6	Cold Cutting Pipa 24"	3 Ea	3	1
4.1.7	Pemasangan Balon Plug 24"	2 Ea	2	1

4.2 Pemasangan pipa Bypass					
4.2.1	Pemasangan Weldolet 8"	32	Dia Inch	1	32 Dia Inch/Hari
4.2.2	Pemasangan pipa Bypass	4	m	1	4
4.2.3	Pemasangan Gate Valve 8"-300# Sch. STD	64	Dia Inch	3	21 Dia Inch/Hari
4.2.4	Pemasangan WN Flange 8"-300# Sch. STD	64	Dia Inch	2	32 Dia Inch/Hari
4.2.5	Pemasangan Gasket 8"	8	Ea	1	8
4.2.6	Pemasangan Stud Bolt 8"	96	Ea	1	96
4.2.7	Pemasangan pipa Bypass	4	m	1	4
4.2.8	Pemasangan Elbow 90° 8" Sch. STD	64	Dia Inch	2	32 Dia Inch/Hari
4.2.9	Pemasangan pipa Bypass	100	m	3	33.3
4.3 Pemasangan venting & balancing (Pipa Existing)					
4.3.1	Cutting Pipa 2"	4	Ea	1	4
4.3.2	Pilot Drill 2"	2	Ea	1	2
4.3.3	Sandwich Valve 2" #300	2	Ea	1	2
4.3.4	Gasket 2"	2	Ea	1	2
4.3.5	Stud Bolt 2"	96	Ea	1	96
4.3.6	Pemasangan Nozzle 2"	16	Dia Inch	1	16 Dia Inch/Hari
4.3.7	Pemasangan Nipple 2"-300#	32	Dia Inch	1	32 Dia Inch/Hari
4.3.8	Pemasangan Ball Valve 2"-300#	16	Dia Inch	1	16 Dia Inch/Hari
4.3.9	Pressure Gauge 2"	4	Ea	1	4
4.4 Pemasangan drain (Pipa Existing)					
4.4.1	Cutting Pipa 6"	2	Ea	2	1
4.4.2	Pilot Drill 6"	2	Ea	2	1
4.4.3	Sandwich Valve 6" #300	1	Ea	2	0.5
4.4.4	Gasket 6"	5	Ea	2	2.5
4.4.5	Stud Bolt 6"	96	Ea	2	48
4.4.6	Pemasangan Nozzle 6"	24	Dia Inch	2	12 Dia Inch/Hari
4.4.7	Pemasangan Nipple 6"-300#	48	Dia Inch	2	24 Dia Inch/Hari
4.4.8	Pemasangan Ball Valve 6"-300#	48	Dia Inch	2	24 Dia Inch/Hari
4.5 Pipa Existing					
4.5.1	Pengadaan & Pemasangan WN Flange 24"-300#	192	Dia inch	2	96 Dia Inch/Hari
4.5.2	Pengadaan & Pemasangan Gate Valve 24"-300#	192	Dia inch	2	96 Dia Inch/Hari
4.5.3	Pengadaan Gasket 24"-300#	12	Ea	1	12
4.5.4	Pengadaan Stud Bolt 24"-300	576	Ea	1	576
4.5.5	Pengujian	1	LS	4	0.25
4.5.6	Penyelesaian Akhir	1	LS	4	0.25
5. FINAL REPORT INTELLIGENT PIG					
5.1	Intelligent pig	1	LS	3	0.3
5.2	Pengumpulan Data Inspeksi	1	LS	3	0.3
5.3	Analisis Data	1	LS	4	0.25
5.4	Penyusunan Laporan	1	LS	3	0.3

Tahap *Engineering* mencakup desain (20 hari, 0,05/hari) dan perhitungan (15 hari, 0,06/hari). *Procurement* meliputi identifikasi kebutuhan (10 hari, 0,1/hari), pengadaan material (25 hari, 3 unit/hari), dan alat (30 hari, 0,53 unit/hari). Akomodasi & mobilisasi membutuhkan 10 dan 30 hari dengan produktivitas 0,1 dan 0,03/hari. *Hot Tapping* terdiri dari persiapan lokasi, pengecekan ketebalan, pemasangan *split tee*, *blind flange*, dan *balon plug*. *Bypass* melibatkan berbagai komponen (4–96 unit/hari). *Venting, balancing, drain* termasuk pemasangan *valve* (2 hari, 96 Dia Inch/hari). Proyek ditutup dengan laporan final (inspeksi, analisis data, dan dokumen akhir).

### 3.3 Penjadwalan normal

Setelah mendapatkan volume pekerjaan selanjutnya melakukan Penjadwalan normal yang ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut;

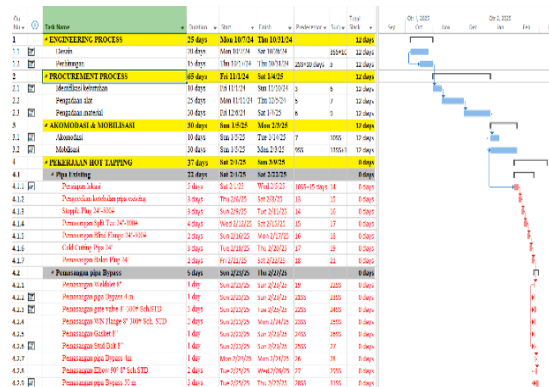
Tabel 3. Penjadwalan Normal

PENJADWALAN NORMAL				
No	Name Work	Duration (day)	Start	Finish
1.	ENGINEERING PROCESS	25	07/10/2024	31/10/2024
2.	PROCUREMENT PROCESS	65	01/11/2024	04/01/2025
3.	MOBILISASI DAN AKOMODASI	30	05/01/2025	03/02/2025
4.	PEKERJAAN HOT TAPPING			
4.1	Pipa Existing	22	01/02/2025	22/02/2025
4.2	Pemasangan pipa Bypass	5	23/02/2025	27/02/2025
4.3	Pemasangan venting & balancing (Pipa Existing)	1	25/02/2025	25/02/2025
4.4	Pemasangan drain (Pipa Existing)	2	25/02/2025	26/02/2025
4.5	Pipa Existing	11	27/02/2025	09/03/2025
5.	FINAL REPORT INTELLIGENT PIG	13	10/03/2025	22/03/2025

Proyek dimulai dengan *Engineering Process*, meliputi desain (20 hari, mulai 7 Oktober 2024) dan perhitungan (15 hari, mulai 17 Oktober 2024). Selanjutnya, *Procurement Process* mencakup identifikasi kebutuhan (10 hari, awal November), pengadaan material (25 hari), dan pengadaan alat (30 hari, hingga awal Januari 2025). Mobilisasi & Akomodasi berjalan bersamaan mulai 5 Januari (akomodasi 10 hari, mobilisasi 30 hari hingga awal Februari). *Hot Tapping* menjadi inti proyek, meliputi persiapan lokasi, pengecekan ketebalan pipa, pemasangan *split tee*, *blind flange*, hingga *balon plug*. Pipa *bypass* dipasang 23–27 Februari 2025, diikuti *venting, balancing, dan drain* (25–26 Februari). Komponen besar seperti WN *flange & gate valve* 24"-300# diselesaikan hingga 9 Maret. Proyek ditutup dengan *Final Report Intelligent Pig* (10–22 Maret 2025), mencakup inspeksi, analisis data, dan laporan akhir.

### 3.4 Penjadwalan dengan PDM

Dalam merencanakan suatu proyek, metode *diagram precedence* dipakai sebagai teknik penjadwalan yang bertujuan untuk menggambarkan logika hubungan antar kegiatan, membuat proyek menjadi lebih rinci dan detail, melalui *Microsoft Project*.







### 3.7 Percepatan durasi *dual shift*

Metode percepatan dengan *Dual Shift* dalam proyek pemasangan *gate valve* hanya diterapkan pada kegiatan yang memiliki durasi lebih dari satu hari. Hal ini dilakukan untuk menjaga ketepatan perhitungan dan efisiensi waktu pelaksanaan. metode ini difokuskan pada kegiatan dengan durasi lebih panjang. Dalam pelaksanaannya, jumlah tenaga kerja (*man power*) akan ditambah dua kali lipat dari jumlah tenaga kerja pada kondisi normal. Dengan penambahan ini, durasi pekerjaan diharapkan dapat berkurang menjadi setengah dari durasi normal tanpa mengurangi kualitas maupun efektivitas pekerjaan yang dilakukan. Untuk lebih jelasnya terdapat pada Tabel 6 berikut

Tabel 6. Percepatan durasi *dual shift*

No	Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi <i>Dualshift</i> (Hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(3)/2
1	Desain	20	10
2	Perhitungan	15	8
3	Identifikasi kebutuhan	10	5
4	Pengadaan alat	25	13
5	Pengadaan material	30	15
6	Akomodasi	10	5
7	Mobilisasi	30	15
8	Persiapan lokasi	5	3
9	Pengecekan ketebalan pipa existing	3	2
10	Stoppie Plug 24"-300#	3	2
11	Pemasangan <i>Snub Tee</i> 24"-300#	4	2
12	Pemasangan <i>Blind Flange</i> 24"-300#	2	1
13	Cold Cutting Pipa 24"	3	2
14	Pemasangan <i>Ballon Plug</i> 24"	2	1
15	Pemasangan <i>Weldolet</i> 8"	1	1
16	Pemasangan pipa Bypass 4 m	1	1
17	Pemasangan <i>Gate Valve</i> 8"-300# Sch. STD	3	2
18	Pemasangan <i>WN Flange</i> 8"-300# Sch. STD	2	1
19	Pemasangan Gasket 8"	1	1
20	Pemasangan <i>Stud Bolt</i> 8"	1	1
20	Pemasangan pipa Bypass 4 m	1	1
22	Pemasangan <i>Elbow</i> 90° 8" Sch. STD	2	1
23	Pemasangan pipa Bypass 30 m	3	2
24	Cutting Pipa 2"	1	1
25	<i>Pilot Drill</i> 2"	1	1
26	<i>Sandwich Valve</i> 2" #300	1	1
27	Gasket 2"	1	1
28	<i>Stud Bolt</i> 2"	1	1
29	Pemasangan <i>Nozzle</i> 2"	1	1
30	Pemasangan <i>Nipple</i> 2"-300#	1	1
31	Pemasangan <i>Ball Valve</i> 2"-300#	1	1
32	<i>Pressure Gauge</i> 2"	1	1
33	Cutting Pipa 6"	2	1
34	<i>Pilot Drill</i> 6"	2	1
35	<i>Sandwich Valve</i> 6" #300	2	1
36	Gasket 6"	2	1
37	<i>Stud Bolt</i> 6"	2	1
38	Pemasangan <i>Nozzle</i> 6"	2	1
39	Pemasangan <i>Nipple</i> 6"-300#	2	1
40	Pemasangan <i>Ball Valve</i> 6"-300#	2	1
41	Pengadaan & Pemasangan <i>WN Flange</i> 24"-300#	2	1
42	Pengadaan & Pemasangan <i>Gate Valve</i> 24"-300#	2	1
43	Pengadaan Gasket 24"-300#	1	1
44	Pengadaan <i>Stud Bolt</i> 24"-300	1	1
45	Pengujian	4	2
46	Pemeliharaan Akhir	4	2
47	<i>Intelligent pig</i>	3	2
48	Pengumpulan Data Inspeksi	3	2
49	Analisis Data	4	2
50	Pencusuman Laporan	3	2

Dari Tabel di atas didapatkan bahwa dengan percepatan *dual shift*, yaitu penambahan jumlah *Man power* pada beberapa kegiatan proyek pemasangan *gate valve* pada pipa *existing* menggunakan metode *hot tapping* ini dilakukan selama 170 hari. Namun setelah dilakukan percepatan, maka durasi menjadi lebih cepat, yaitu menjadi 97 hari

### 3.8 Penjadwalan *dual shift*

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang sudah dilakukan percepatan *dual shift* selanjutnya

melakukan penjadwalan, semua pekerjaan harus dijadwalkan sesuai dengan urutan pekerjaannya

Tabel 7. Penjadwalan *dual shift*

PENJADWALAN DUAL SHIFT			
Name Work	Duration (day)	Start	Finish
1. ENGINEERING PROCESS	18	07/10/2024	24/10/2024
2. PROCUREMENT PROCESS	33	25/10/2024	26/11/2024
3. MOBILISASI DAN AKOMODASI	15	27/11/2024	11/12/2024
4. PEKERJAAN HOT TAPPING			
4.1 Pipa existing	13	12/12/2024	24/12/2024
4.2 Pemasangan pipa bypass	4	25/12/2024	28/12/2024
4.3 Pemasangan venting & balancing (pipa existing)	1	28/12/2024	28/12/2024
4.4 Pemasangan drain (pipa existing)	1	28/12/2024	28/12/2024
4.5 Pipa existing	6	29/12/2024	03/01/2025
5. FINAL REPORT INTELLIGENT PIG	8	04/01/2024	11/01/2025

Didapatkan durasi baru setelah penambahan *man hour* dan *man power*, di mana terjadi percepatan waktu pelaksanaan yang berdampak langsung terhadap efisiensi jadwal kegiatan.

### 3.9 Perhitungan biaya tenaga kerja pada durasi *dual shift*

Perhitungan biaya tenaga kerja untuk percepatan *dual shift* ini akan dilakukan pada beberapa kegiatan saja yaitu pda pekerjaan yang memiliki durasi lebih dari 1 hari.

Tabel 8. Biaya tenaga kerja *dual shift*

Aktivitas	Durasi normal (hari)	Dual shift (hari)	Man power normal	Man power dual shift	Man hour (jam)	Unit/jam (Rp)	Total biaya kegiatan (Rp)	Total biaya per kegiatan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(5)*(7)*(6)*(3)	(10)
Desain	20	10	SPV material + drafter	2	4	16	43.750	28.000.000
			Operator hot tapping	1	2	16	56.250	18.000.000
			Teknisi pipeline hot tapping	1	2	16	50.000	16.000.000
								62.000.000
Perhitungan	15	8	SPV material + drafter	1	2	16	43.750	11.200.000
			Operator hot tapping	1	2	16	56.250	14.400.000
			Teknisi pipeline hot tapping	1	2	16	50.000	12.800.000
								38.400.000
Identifikasi kebutuhan	10	5	Project manager	1	2	16	62.500	10.000.000
			Site Coordinator	1	2	16	50.000	8.000.000
			Logistik dan keuangan	1	2	16	31.250	5.000.000
								23.000.000
Pengadaan alat	25	13	Site coordinator	1	2	16	50.000	20.800.000
			Operator TMC Crane	1	2	16	37.500	15.600.000
			Operator Boring	1	2	16	37.500	15.600.000
			Helper	1	2	16	18.750	7.800.000
Pengadaan material	30	15	Site coordinator	1	2	16	50.000	24.000.000
			Logistik dan keuangan	1	2	16	31.250	15.000.000
			SPV material	1	2	16	43.750	21.000.000
			Helper	1	2	16	18.750	9.000.000
Akomodasi	10	5	Driver	1	2	16	18.750	3.000.000
			Kamaran	2	4	16	15.000	4.800.000
			Driver	1	2	16	18.750	9.000.000
			Kemaman	2	4	16	15.000	14.400.000
Mobilisasi	30	15	Project manager	1	2	16	62.500	6.000.000
			Site coordinator	1	2	16	50.000	4.800.000
			Helper	2	4	16	18.750	3.600.000
								14.400.000
Pengecekan ketebalan pipa existing	3	2	Operator hot tapping	1	2	16	56.250	3.600.000
			Site coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000
			Helper	2	4	16	18.750	2.400.000
								9.200.000
Stoppie Plug 24"-300#	3	2	Operator hot tapping	2	4	16	56.250	7.200.000
			Inspector	1	2	16	50.000	3.200.000
			Leader technician	3	6	16	18.750	3.600.000
			Operator hot tapping	1	2	16	56.250	3.600.000
	4	2						14.800.000

Pemasangan Split Tee 24" x 300w			Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	
			Welder	2	4	16	43.750	3.600.000	
			Helper	2	4	16	18.750	2.400.000	
Cold Cutting pipa 24"	3	2	Operator hot tapping	1	2	16	56.250	3.600.000	9.200.000
			Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	
			Helper	2	4	16	18.750	2.400.000	
Pemasangan Gate Valve 8" x 50w Sch. STD	3	2	Operator hot tapping	1	2	16	56.250	3.600.000	11.600.000
			Welder	2	4	16	43.750	3.600.000	
			Helper	2	4	16	18.750	2.400.000	
Pemasangan pipa Bypass 50 w	3	2	Paper fitter	1	3	16	37.500	3.600.000	7.200.000
			Helper	3	6	16	18.750	3.600.000	
			Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	
Pemuaian	4	2	Site Coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000	8.800.000
			Helper	2	4	16	18.750	2.400.000	
Pemeliharaan Akhir	4	2	Helper	3	6	16	18.750	3.600.000	3.600.000
Intelligent Pig	3	2	Site Coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000	6.400.000
			Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	
Pengumpulan Data Inspeksi	3	2	Project manager	1	2	16	62.500	4.000.000	4.000.000
			Project manager	1	2	16	62.500	4.000.000	
			Site Coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000	
Analisis Data	4	2	Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	10.400.000
			Project manager	1	2	16	62.500	4.000.000	
			Site Coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000	
Pengumpulan Laporan	3	2	Project manager	1	2	16	62.500	4.000.000	10.400.000
			Site Coordinator	1	2	16	50.000	3.200.000	
			Leader technician	1	2	16	50.000	3.200.000	

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, total pengeluaran biaya untuk tenaga kerja pada percepatan menggunakan metode *dual shift* mencapai sebesar Rp 407.400.000. Namun, terdapat beberapa kegiatan yang tidak memungkinkan untuk dipercepat sehingga tetap dilaksanakan dengan durasi normal, dengan total biaya tenaga kerja sebesar Rp 16.150.000. Oleh karena itu, jumlah total biaya langsung yang dikeluarkan untuk tenaga kerja setelah dilakukan percepatan dengan metode *dual shift* pada sebagian kegiatan adalah hasil penjumlahan dari kedua komponen tersebut, yaitu Rp 407.400.000 ditambah Rp 16.150.000, sehingga total keseluruhan biaya langsung menjadi Rp 423.550.000.

### 3.10 Analisis biaya langsung dan tak langsung

Tabel 9. Analisis Biaya langsung

No	Metode Pekerjaan	Durasi	Biaya Material Langsung (Rp)	Biaya Tenaga Kerja Langsung (Rp)	Total Biaya Langsung
1	Normal	170	4.113.000.000	216.000.000	4.329.000.000
2	Dual Shift	97	4.113.000.000	423.550.000	4.536.550.000

Total biaya langsung untuk durasi normal adalah Rp 4.329.000.000, sedangkan dengan percepatan metode *dual shift* sebesar Rp 4.536.550.000. Maka, total biaya langsung keseluruhan proyek mencapai Rp 8.865.550.

Tabel 10. Analisis biaya tak langsung

No	Komponen	Keterangan	Harga (Rp)
1	Home dan field office	administrasi kantor, camp, catering	9.988.100
2	Fasilitas sementara	toilet, transportasi harian, APD, air minum, listrik	17.915.550
3	Asuransi	BPJS, asuransi lainnya	5.490.675
4	Pajak	11% dari total biaya material dan biaya tenaga kerja durasi Normal = 11% x 4.329.000.000	476.190.000
		11% dari total biaya material dan biaya tenaga kerja durasi Dualshift = 11% x 4.536.550.000	499.020.500

Total biaya tak langsung mencakup komponen seperti fasilitas kantor, fasilitas sementara, asuransi, serta PPN 11%. Nilai pajak tercatat Rp 476.190.000 untuk skenario Normal dan Rp 499.020.500 untuk *Dual Shift*. Total keseluruhan biaya tak langsung mencapai Rp 1.008.604.825.

### 3.11 Total biaya keseluruhan

Tabel 11. Total Biaya keseluruhan

No	Komponen	Keterangan	Harga (Rp)
1	Total biaya langsung	Material dan upah tenaga kerja (durasi normal) Material dan upah tenaga kerja (durasi dual shift)	4.329.000.000 4.536.550.000
2	Total biaya tak langsung	Home dan field office Fasilitas sementara Asuransi Pajak Normal Dual shift	9.988.100 17.915.550 5.490.675 476.190.000 499.020.500

Menunjukkan perbandingan biaya antara durasi normal dan metode percepatan *dual shift*. Metode *dual shift* bisa mempercepat pekerjaan karena ada dua tim yang bekerja bergantian, tapi membutuhkan pengaturan yang lebih rumit. Jika proyek harus selesai lebih cepat meskipun biayanya lebih besar, maka *dual shift* adalah pilihan yang tepat.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan didapatkan Kesimpulan sebagai berikut ini

### 1. WBS (*Work Breakdown Structure*)

WBS membagi proyek menjadi bagian utama: *Engineering* (desain dan perhitungan), *Procurement* (alat & material), Akomodasi & Mobilisasi, *Hot Tapping* (pemasangan valve & split tee), serta *Final Report & Intelligent Pig*. WBS mempermudah penjadwalan, estimasi durasi, dan biaya.

### 2. Produktivitas Kerja

Produktivitas dihitung berdasarkan *output* per hari. Contohnya: desain 0,05/hari (20 hari), pengadaan material 3 unit/hari (25 hari), pemasangan *elbow* 4 unit/hari (2 hari), inspeksi *intelligent pig* 0,3/hari (3 hari), dan lainnya sesuai jenis pekerjaan.

### 3. Penjadwalan Ulang (PDM)

PDM digunakan untuk mengatur ketergantungan antar aktivitas. Aktivitas dengan slack 0 hari termasuk lintasan kritis, seperti pengecekan ketebalan, pemasangan *stopple plug*, *weldolet*, *gate valve*, dan *intelligent pig*—semua menjadi prioritas optimasi waktu.

### 4. Perbandingan Durasi Normal dan *Dual Shift*

Durasi normal lebih murah (Rp4.329.000.000) dibanding *dual shift* (Rp4.536.550.000). *Dual shift* mempercepat durasi, dari yang 170 hari menjadi 97 hari, tetapi meningkatkan biaya karena kebutuhan tenaga kerja dan logistik tambahan.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ARDIANSYAH, I. S. F. (2024). MANAJEMEN PROYEK SISTEM PERPIPAAN PASTILLATOR PLANT MENGGUNAKAN METODE OVERTIME DAN DUAL SHIFT
- [2] ASME B31.3-2014, Process Piping, ASME Code for Pressure Piping

- [3] Asharian, G. A. (2022). OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK UPGRADE SISTEM HYDRANT TANGKI 25 TK 801 DENGAN METODE DUAL SHIFT DAN PENAMBAHAN JAM KERJA
- [4] Ilie, G., & Ciocoiu, C. N. (2010). Application of fishbone diagram to determine the risk of an event with multiple causes. *Management research and practice*, 2(1), 1-20.
- [5] Romadhona, S., Kurniawan, F., & Tistogondo, J. (2021). Project scheduling analysis using the precedence diagram method (PDM) case study: Surabaya's city outer east ring road construction project (Segment 1). *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol*, 1(2), 53-61.
- [6] Kumara, I. Nyoman Indra, et al. "Application of the Least Cost Analysis Method to Determine the Optimal Cost and Duration for Delayed Projects." *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)* 5.1 (2024): 120-130.
- [7] Romadhona, S., Kurniawan, F., & Tistogondo, J. (2021). Project scheduling analysis using the precedence diagram method (PDM) case study: Surabaya's city outer east ring road construction project (Segment 1). *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol*, 1(2), 53-61.