

**Percepatan Pembangunan Block Kapal dengan Jam Lembur dan Menambah Tenaga Kerja  
Menggunakan Metode Time Cost Trade Off  
(Studi kasus : Kapal KCR 60 M, PT PAL Indonesia)**

**Fannani Ma'ruf**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, [1411900139@surel.untag-sby.ac.id](mailto:1411900139@surel.untag-sby.ac.id)

**Muslimin Abdulrahim**

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, [muslimin@untag-sby.ac.id](mailto:muslimin@untag-sby.ac.id)

**Abstract**

*PT PAL Indonesia is the largest shipyard company in Indonesia whose main product is ships. One of the ships produced is the 60 m KCR type. The production process is in the Warship Division of PT PAL Indonesia. However, the construction process of the KCR 60 type ship produced by PT PAL Indonesia still has some problems that cause delays at certain stages. The delay occurred because there was indeed a limited manpower owned by the Construction department. For this reason, it is necessary to calculate again for optimal scheduling by accelerating activities in the critical trajectory that have been calculated using the CPM method. Then it is accelerated by increasing overtime work hours and increasing labor. So that the results of accelerating the duration of activities for overtime hours are 5 days faster while the addition of labor is 6 days faster. With additional costs in each acceleration of IDR 69,724,431 for the acceleration of overtime hours, while IDR 50,727,273 for the acceleration of labor addition.*

*Key word: KCR 60 vessel, project management, Acceleration, Time Cost Trade Off*

**Abstrak**

*PT PAL Indonesia adalah perusahaan galangan kapal terbesar di Indonesia yang produk utamanya yaitu kapal. Salah satu kapal yang di produksi adalah jenis KCR 60 m. Proses produksinya berada pada Divisi Kapal Perang PT PAL Indonesia. Namun, proses pembangunan kapal jenis KCR 60 yang diproduksi oleh PT PAL Indonesia masih terdapat beberapa masalah yang menyebabkan delay pada tahap tahap tertentu. Keterlambatan itu terjadi karena memang terdapat keterbatasan tenaga kerja dimiliki oleh departemen Konstruksi. Untuk itu perlu perhitungan lagi untuk penjadwalan yang optimal dengan cara melakukan percepatan terhadap kegiatan dalam lintasan kritis yang telah dihitung menggunakan metode CPM. Kemudian di percepat dengan menambah jam kerja lembur dan menambah tenaga kerja. Sehingga di dapatkan hasil percepatan durasi kegiatan untuk jam lembur 5 hari lebih cepat sedangkan penambahan tenaga kerja 6 hari lebih cepat. Dengan penambahan biaya pada masing – masing percepatan sebesar Rp 69,724,431 untuk percepatan jam lembur, sedangkan Rp 50,727,273 untuk percepatan penambahan tenaga kerja.*

*Kata kunci: kapal KCR 60, manajemen proyek, Percepatan, Time Cost Trade Off*

**PENDAHULUAN**

Dalam proses pembangunan sebuah block kapal tentunya tidak semuanya dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, sehingga sering terjadi keterlambatan proses dikarenakan berbagai masalah diantaranya keterbatasan tenaga kerja. Seperti pada proses kegiatan fabrikasi yang memiliki keterlambatan dari durasi rencana awal selama 50 hari. Masalah tersebut dapat mengganggu pada proses kegiatan lainnya, sehingga perlu adanya optimalisasi terhadap pekerjaan pembangunan block kapal berjenis KCR 60M yang dikerjakan oleh divisi kapalperang PT PAL Indonesia.

Salah satu cara pengoptimalan terhadap proses pembangunan sebuah block adalah mencari kegiatan yang terdapat pada lintasan kritis dengan perhitungan maju mundur dan juga mencari total float atau slack menggunakan metode CPM. kemudian dipercepat pada beberapa kegiatan tersebut dengan cara menambah jam kerja lembur dan menambah tenaga kerja.

Sehingga akan dapat diperoleh perbandingan biaya pada setiap kegiatan yang akan dipercepat. Setelah perhitungan aktivitas percepatan akan dianalisis juga tentang selisih biaya yang terjadi akibat percepatan tersebut. Nantinya diharapkan dari proses percepatan itu kan menjadi acuan penjadwalan yang optimal dan dapat membantu terlaksananya kegiatan produksi setelah itu. Dan tidak ada lagi keterlambatan terhadap setiap proses pembangunan block kapal yang akan dilaksanakan.

## **METODE**

Penelitian ini dilakukan dengan data yang diambil langsung pada tempat penelitian untuk mengetahui secara langsung kondisi yang terjadi pada perusahaan atau objek penelitian. (Murnawan et al., 2022) Kemudian dibantu dengan studi literatur untuk mengetahui teori yang dapat memecahkan masalah yang terjadi. Selanjutnya pengumpulan data dimana data yang diambil adalah alur kegiatan, waktu kegiatan, jumlah tenaga kerja, dan juga biaya tenaga kerja. Kemudian proses pengolahan dibantu oleh aplikasi Microsoft project untuk mendukung keakuratan perhitungan.

Proses pembuatan kapal pada umumnya ada tiga sistem salah satunya adalah pembuatan kapal dengan sistem blok. Hull Block Construction Method adalah teknik pembangunan kapal yang melibatkan pembangunan kapal dengan membaginya menjadi beberapa bagian atau block. Setiap block dibangun secara terpisah dan kemudian digabungkan bersama-sama untuk membentuk kapal yang utuh (Barrass & Derrett, 2012).

### **Manajemen Penjadwalan Proyek**

Dalam penjadwalan proyek terdapat berbagai teknik yang dapat digunakan, antara lain Gantt chart, CPM, PERT, precedence diagram, works breakdown structures (WBS) dan graphical evaluation and review technique (GERT). Secara umum, teknik yang populer dalam penjadwalan proyek dapat dikelompokkan ke dalam dua metode, yaitu bagan balok dan perencanaan jaringan kerja (Herjanto, 1999).

#### **a. CPM**

CPM merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Keduanya menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja. Dari jaringan kerja ini dapat dilakukan berbagai analisis untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya atau penggunaan sumber daya. CPM digunakan apabila taksiran waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, di mana penyimpangannya relatif kecil atau dapat diabaikan (Herjanto, 1999).

Metode ini lebih dikenal dengan istilah lintasan kritis. Hal ini disebabkan dengan metode ini nantinya akan membentuk suatu jalur atau lintasan yang memerlukan perhatian khusus (kritis). Tujuan lintasan kritis ini untuk mengetahui dengan cepat kegiatan-kegiatan yang tingkat kepekaannya tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat prioritas kebijaksanaan penyelenggara proyek apabila kegiatan tersebut terlambat (Syafriandi & Luthan, 2017).

#### **b. PERT**

Metode ini dikembangkan oleh Navy Special Project Office, yaitu biro proyek-proyek khusus Angkatan Laut Amerika Serikat pada tahun 1957. Istilah PERT merupakan singkatan dari Program Evaluation and Review Technique atau perubahan atau teknik menilai dan meninjau kembali program. PERT merupakan suatu metoda analitik yang dirancang untuk membantu dalam scheduling dan pengawasan kompleks yang memerlukan kegiatan-

kegiatan tertentu yang harus dijalankan dalam urutan tertentu, dan kegiatan-kegiatan itu mungkin tergantung pada kegiatan-kegiatan lain (Handoko, 2011).

### **Perhitungan Lintasan Kritis**

- Perhitungan maju

Perhitungan maju adalah proses perhitungan dimulai dari awal proyek hingga akhir proyek. Proses perhitungan maju ini dimulai dengan mengidentifikasi tugas-tugas atau aktivitas yang diperlukan dalam proyek dan menyusun jadwal atau urutan dari aktivitas-aktivitas tersebut. Selanjutnya, dilakukan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap aktivitas, serta sumber daya dan biaya yang dibutuhkan (Soeharto, 1995).

Perhitungan maju dilakukan dari awal dengan mengambil harga awal 0 dan selanjutnya diurut sampai akhir. jika ada dua atau lebih waktu kejadian, maka yang di ambil adalah nilai terbesar, dengan rumus :

$$EF = ES + D$$

- Perhitungan Mundur

Perhitungan ke belakang dilakukan untuk mendapatkan waktu awal dari rangkaian kegiatan dimulai. Perhitungan ke belakang dilakukan dari akhir dengan mengambil harga selesai dan selanjutnya diurut sampai awal. Jika ada dua atau lebih waktu kejadian, maka yang diambil adalah nilai terkecil, dengan rumus :

$$LS = LF - D$$

- Perhitungan Total Float dan Free Float

$$FF = ES(j) - EF(i)$$

$$TF = LF - EF$$

Semakin besar total waktu float, maka semakin banyak waktu tunda tanpa mengakibatkan keterlambatan akhir rangkaian kegiatan. Free Float menunjukkan kegiatan dapat terlambat dikerjakan tanpa memengaruhi waktu awal aktivitas sesudahnya (Syafriandi & Luthan, 2017)

### **Percepatan**

Mempercepat waktu penyelesaian proyek (project crashing) adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Durasi crashing maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumberdaya bukan merupakan hambatan (Soeharto, 1997).

Terminologi proses crashing adalah mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Crashing adalah suatu proses di- sengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua ke giatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses crashing adalah cara melakukan perkiraan dari variabel cost dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Ervianto, 2004)

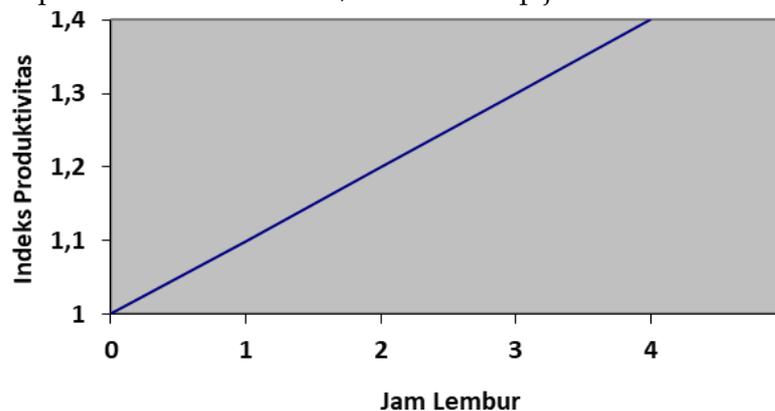
- a. Pelaksanaan jam kerja lembur

Dalam pelaksanaan jam kerja harian dan juga jam lembur telah diatur dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102

/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur. Untuk penerapan waktu kerja lembur adalah sebagai berikut:

- Waktu kerja lembur adalah waktu kerja yang melebihi 7 (tujuh) jam sehari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau 8 (delapan) jam sehari, dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau waktu kerja pada hari istirahat mingguan dan atau pada hari libur resmi yang ditetapkan Pemerintah.
- Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- Dalam hal upah pekerja/buruh dibayar secara harian, maka penghitungan besarnya upah sebulan adalah upah sehari dikalikan 25 (dua puluh lima) bagi pekerja/buruh yang bekerja 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu atau dikalikan 21 (dua puluh satu) bagi pekerja/buruh yang bekerja 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu.

Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Gambar 3 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Nilai selisih dari indeks produktivitas akibat kerja lembur adalah 0,1 perjamnya atau mengalami penurunan indeks produktivitas sebesar 0,1 dalam setiap jam.



Gambar 1 Grafik indikasi menurunnya produktivitas lembur (sumber : Soeharto, 1997)

Dari gambar diatas dapat dituliskan untuk perhitungannya sebagai berikut:

- Produktivitas harian =  $(\text{Volume(Tonase)})/\text{Durasi}$
- Produktivitas tiap jam =  $(\text{Produktivitas Harian})/(\text{jam kerja})$
- Produktivitas harian jam lembur =  $(a \times b \times \text{produktivitas tiap jam})$

Dimana :

a = jumlah jam lembur

b = koefisien penurunan produktivitas jam lembur

- Durasi percepatan =  $\frac{\text{Volume (Tonase)}}{\text{Produktivitas percepatan}}$

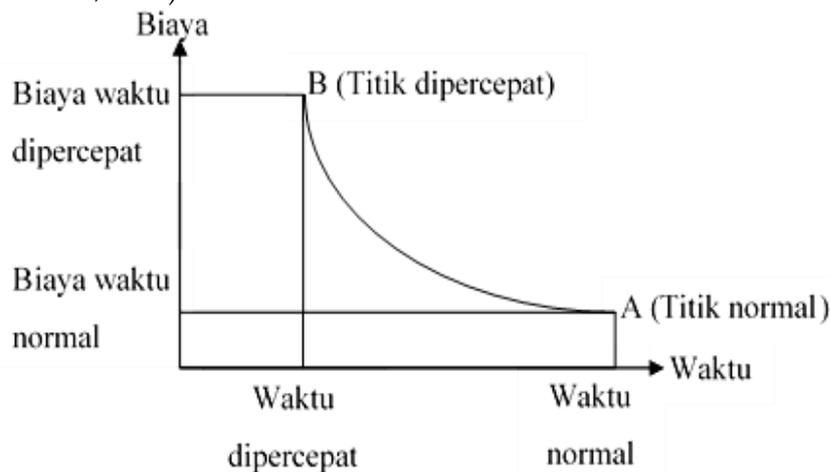
#### b. Menambah tenaga kerja

Durasi waktu dapat dipercepat dengan penambahan tenaga kerja, dengan adanya penambahan tenaga kerja diharapkan mampu menghasilkan proyek yang efisien Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas

tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja. Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja.

### Biaya Percepatan

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997).



Gambar 2 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan  
(Sumber : Soeharto, 1997)

Titik A pada Gambar 3 menunjukkan titik normal, sedangkan titik B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya, cekung) maka diadakan perhitungan waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari. Dari uraian diatas perhitungan biaya untuk jam lembur dapat ditulis sebagai berikut:

- Normal cost pekerja perjam = harga per satuan pekerja x prod. tiap jam
- Normal cost pekerja perhari = 8 jam x normal cost tiap jam
- Normal cost = normal duration x normal cost pekerja perhari
- Crash cost pekerja = normal cost pekerja perhari + biaya lembur perhari
- Biaya percepatan = crash duration x crash cost pekerja per hari
- Cost Slope = 
$$\frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Lintasan Kritis

Setelah didapatkan data tentang kegiatan atau aktivitas pada proses pembangunan satu block kapal. Kemudian dihitung lintasan kritisnya menggunakan perhitungan maju, perhitungan mundur dan juga slack. Sehingga didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.**  
**Perhitungan Lintasan Kritis**

	lambang	Predecessors	Durasi	ES	EF	LF	LS	FF	TF
1	A		2	0	2	2	0	0	0
2	B	A	3	2	5	5	2	0	0
3	C	A	5	2	7	8	3	1	1
4	D	B	3	5	8	8	5	0	0
5	E	C,D	4	8	12	12	8	0	0
6	F	E	2	12	14	14	12	0	0
7	G	F	5	14	19	19	14	0	0
8	H	G	1	19	20	20	19	0	0
9	I	H	6	20	26	30	24	4	4
10	J	H	5	20	25	30	25	5	5
11	K	H	6	20	26	30	24	4	4
12	L	H	10	20	30	30	20	0	0
13	M	H	7	20	27	30	23	3	3
14	N	I,J,K,L,M	4	30	34	34	30	0	0
15	O		5		5	34	29	29	29
16	P	O,N	1	34	35	35	34	0	0
17	Q	P	2	35	37	37	35	0	0
18	R	Q	6	37	43	43	37	0	0
19	S	R	5	43	48	48	43	0	0
20	T	S	8	48	56	56	48	0	0
21	U	T	5	56	61	61	56	0	0
22	V	U	5	61	66	66	61	0	0
23	W	V	8	66	74	74	66	0	0
24	X	W	14	74	88	88	74	0	0

(Sumber : data olahan)

Dari tabel diatas diketahui bahwa durasi total dari 18 kegiatan yang berada pada lintasan kritis yaitu 93 hari. Kemudian dari kegiatan pada lintasan kritis akan di percepat beberapa kegiatan yaitu Proses bending (G), Fairing block setelah pengelasan (V), Blasting & painting (W), dan Erection (X).

### **Produktivitas Normal**

Perhitungan produktivitas harian normal dilakukan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang memiliki durasi pekerjaan yang lama dan jam orang yang besar. Produktivitas harian normal sendiri dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Produktivitas harian normal} = (\text{Tonase Pekerjaan}) / \text{Durasi}$$

Kemudian dari produktivitas harian normal dihitung produktivitas jam dan tenaga kerja dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas jam harian} = \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja}}$$

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{\text{Produktivitas Harian}}{\text{jumlah tenaga kerja}}$$

Sehingga dari rumus tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 2.**

### Produktivitas

Kegiatan	Durasi	Jam kerja	Tenaga kerja	Tonase	Produktivitas Harian (Ton)	Produktivitas Jam harian (kg)	Produktivitas Tenaga kerja Harian (kg)
Proses bending	5	8	4	8.46	1.69	211.5	423
Fairing setelah pengelasan	4	8	8	11.6	2.95	368.75	368.75
Fairing block setelah pengelasan	5	8	6	12.2	2.44	305	406.67
Blasting & painting	8	8	6	12.2	1.52	190.63	254.17
Erection	14	8	10	20.5	1.46	183.04	146.43

### Produktivitas Percepatan

#### 1. Jam Kerja Lembur

Dalam peraturan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102 /MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur, mengatur bahwa penggunaan jam lembur paling banyak dalam satu hari adalah 3 jam.

Untuk produktivitas jam kerja lembur dapat dihitung dengan rumus:

- Produktivitas jam lembur = jumlah jam lembur x efisiensi pekerjaan x produktivitas jam normal
- Produktivitas percepatan = produktivitas jam lembur + produktivitas harian

\*untuk pengerjaan pada waktu lembur efisiensi produktivitas menjadi 70%

Sehingga didapatkan hasil dari perhitungan sebagai berikut:

**Tabel 3.**  
**Produktivitas Percepatan Lembur**

Kegiatan	Produktivitas harian (ton/hari)	Produktivitas jam lembur (kg/3jam)	Produktivitas percepatan (ton/hari)
Proses bending	1.69	444.15	2.14
Fairing setelah pengelasan	2.95	774.38	3.72
Fairing block setelah pengelasan	2.44	640.5	3.08
Blasting & painting	1.52	400.31	1.92
Erection	1.46	384.38	1.85

#### 2. Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan tenaga kerja kali ini setiap kegiatan masing - masing direncanakan untuk menambah tenaga kerja sebanyak 2 orang. Untuk perhitungan produktivitas dari penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus

- Produktivitas percepatan tenaga kerja = produktivitas tenaga kerja harian normal x jumlah tenaga kerja

Sehingga didapatkan hasil dari rumus diatas adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.**  
**Produktivitas percepatan tenaga kerja**

Kegiatan	Produktivitas harian (ton/hari)	Jumlah penambahan tenaga kerja	Produktivitas percepatan (ton/hari)
Proses bending	1.69	6	2.54
Fairing setelah pengelasan	2.95	10	3.69
Fairing block setelah pengelasan	2.44	8	3.25
Blasting & painting	1.52	8	2.03
Erection	1.46	12	1.76

**Durasi Percepatan**

Setelah perhitungan produktivitas percepatan diperoleh produktivitas yang lebih besar karena adanya penambahan dari jam lembur dan juga penambahan jumlah tenaga kerja. Sehingga akan mempengaruhi juga terhadap durasi normal. Durasi percepatan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Durasi pekerjaan} = \frac{\text{Tonase pekerjaan (Ton)}}{\text{Produktivitas pekerjaan (Ton/Hari)}}$$

**Tabel 5.**

**Durasi Percepatan**

Kegiatan	Durasi	Durasi Percepatan	
	Normal	Lembur	Tenaga Kerja
Proses bending	5	4	4
*Fairing setelah pengelasan	4	4	4
Fairing block setelah pengelasan	5	4	4
Blasting & painting	8	7	6
Erection	14	12	12
Total	36	31	30

\*Sedangkan untuk proses fairing setelah pengelasan dari durasi normal dan durasi percepatan tetap sama yaitu 4 hari, maka untuk itu tidak akan dilanjutkan untuk perhitungan selanjutnya.

**Biaya**

Untuk asumsi biaya tenaga kerja normalnya adalah Rp 205,000 perhari sehingga untuk mengetahui biaya tenaga kerja normal tiap jam adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja perjam} &= \text{biaya perhari} : \text{jam kerja} \\ &= \text{Rp } 205,000 : 8 \\ &= \text{Rp } 25,568 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan JO, biaya tenaga kerja dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total pemakaian JO} = \text{jam kerja} \times \text{tenaga kerja} \times \text{durasi kerja}$$

$$\text{Biaya tenaga kerja} = \text{biaya tenaga kerja per jam} \times \text{JO}$$

Sehingga dari rumus tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 6.**

**Biaya durasi normal**

Kegiatan	Biaya perhari	Total biaya
Proses bending	Rp 818,182	Rp 4,090,909
Fairing block setelah pengelasan	Rp 1,227,272	Rp 6,136,363
Blasting & painting	Rp 1,227,272	Rp 9,818,181
Erection	Rp 2,045,454	Rp 28,636,363
Total	Rp 5,318,182	Rp 48,681,818

- Biaya percepatan lembur

Untuk biaya tenaga kerja lembur telah diatur dalam PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 35 TAHUN 2021 untuk jam kerja lembur pertama sebesar 1,5 (satu koma lima) kali Upah sejam dan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, sebesar 2 (dua) kali Upah sejam.

Satu jam pertama = 1.5 kali biaya perjam normal  
 Jam berikutnya = 2 kali biaya perjam normal

Untuk biaya tenaga kerja lembur adalah sebagai berikut:

Satu jam pertama = 1.5 x Rp 25,568  
 = Rp 38,352  
 Satu jam kedua = 2 x Rp 25,568  
 = Rp 51,136  
 Satu jam ketiga = 2 x Rp 25,568  
 = Rp 51,136

Jadi, untuk biaya lembur satu orang tenaga kerja selama 3 jam adalah Rp 140,625

Kemudian Total biaya tenaga kerja percepatan dapat dihitung dengan cara menambahkan biaya tenaga kerja normal pada durasi setelah percepatan dengan biaya tenaga kerja lembur. Sehingga total biaya pada percepatan jam lembur sebagai berikut:

**Tabel 7.**

**Total biaya percepatan jam lembur**

Kegiatan	Biaya normal	Biaya lembur	Total biaya percepatan
Proses bending	Rp 3,272,727	Rp 2,250,000	Rp 5,522,727
Fairing block setelah pengelasan	Rp 4,909,090	Rp 3,375,000	Rp 8,284,090
Blasting & painting	Rp 8,590,909	Rp 5,906,250	Rp 14,497,159
Erection	Rp 24,545,454	Rp 16,875,000	Rp 41,420,454
Total			Rp 69,724,431

- Biaya percepatan penambahan tenaga kerja

Pada perhitungan biaya tenaga kerja normal diperoleh biaya sebesar Rp 25,568 perjam. Sehingga untuk perhitungan biaya percepatan pada penambahan tenaga kerja dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

Biaya percepatan penambahan tenaga kerja = jumlah JO x biaya perjam tenaga kerja  
 Sehingga untuk total biaya percepatan pada penambahan tenaga kerja sebagai berikut:

**Tabel 8.**

**Total biaya percepatan penambahan tenaga kerja**

Kegiatan	Durasi kerja percepatan	Tenaga kerja	Total biaya percepatan
Proses bending	4	6	Rp 4,909,091
Fairing block setelah pengelasan	4	8	Rp 6,545,454
Blasting & painting	6	8	Rp 9,818,182
Erection	12	12	Rp 29,454,545
Total			Rp 50,727,273

**Analisa Time Cost Trade Off**

- Presentase efektivitas durasi

Dari perhitungan diatas perbedaan durasi diketahui bahwa untuk total durasi normal pada kegiatan yang akan di percepat adalah 32 hari, sedangkan untuk durasi percepatan dengan menggunakan jam lembur menjadi 27 hari dan percepatan menggunakan penambah tenaga kerja menjadi selama 26 hari. Sehingga didapatkan selisih durasi normal dengan percepatan jam lembur selama 5 hari sedangkan selisih durasi untuk percepatan penambahan tenaga kerja adalah 6 hari.

Untuk pengukuran presentase efisiensi waktu, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Durasi normal	= 32 hari
Durasi percepatan jam lembur	= 27 hari
Durasi percepatan tenaga kerja	= 26 hari
Efisiensi waktu jam lembur	= $(32-27)/32 \times 100\% = 15.6 \%$
Efisiensi waktu tenaga kerja	= $(32-26)/32 \times 100\% = 18.7 \%$

- Presentase efektivitas penambahan biaya

Pada perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk percepatan total biaya pada durasi normal adalah sebesar Rp 48,681,818 sedangkan untuk biaya pada percepatan durasi dengan menggunakan jam lembur biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 69,724,431 dengan selisih terhadap biaya durasi normal adalah Rp 21,042,614. Dan biaya untuk percepatan penambahan tenaga kerja sebesar Rp 50,727,273 dengan selisih terhadap biaya durasi normal sebesar Rp 2,045,455.

Untuk pengukuran presentase efisiensi penambahan biaya, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Biaya normal	= Rp 48,681,818
Biaya percepatan jam lembur	= Rp 69,724,431
Biaya percepatan tenaga kerja	= Rp 50,727,273
Efisiensi biaya jam lembur	= $\frac{Rp\ 48,681,818 - Rp\ 69,724,431}{Rp\ 48,681,818} \times 100\% = 43.2 \%$
Efisiensi biaya tenaga kerja	= $\frac{Rp\ 48,681,818 - Rp\ 50,727,273}{Rp\ 48,681,818} \times 100\% = 4.2 \%$

- Cost Slope

Cost Slope adalah penambahan biaya langsung yang dikeluarkan dalam mengurangi durasi dari tiap aktivitas pekerjaan didefinisikan sebagai cost slope. Perhitungan cost slope sebagai berikut:

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

$$\text{Normal cost} = \text{Rp } 48,681,818$$

$$\text{Crash cost lembur} = \text{Rp } 69,724,431$$

$$\text{Crash cost tenaga kerja} = \text{Rp } 50,727,273$$

$$\text{Normal duration} = 32 \text{ hari}$$

$$\text{Crash duration} = 27 \text{ hari (lembur)}$$

$$\text{Crash duration} = 26 \text{ hari (tenaga kerja)}$$

Jadi, untuk total cost slope percepatan jam lembur :

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \frac{69,724,431 - 48,681,818}{32 - 27} \\ &= \frac{21,042,614}{5} = \text{Rp } 4,208,523/\text{hari} \end{aligned}$$

Untuk total cost slope percepatan jam penambahan tenaga kerja :

$$\begin{aligned} \text{Cost slope} &= \frac{50,727,273 - 48,681,818}{32 - 26} \\ &= \frac{2,045,455}{6} = \text{Rp } 340,909/\text{hari} \end{aligned}$$

## KESIMPULAN

Percepatan dengan menggunakan tambahan waktu kerja lembur sebanyak 3 jam setiap hari dengan efisiensi pekerjaan pada saat jam lembur sebesar 70%. Hasil yang di dapat adalah mempercepat durasi dari pekerjaan normal yang awalnya memiliki durasi 32 hari menjadi 27 hari dengan selisih percepatan sebesar 5 hari lebih cepat. Dengan presentase efisiensi waktu penyelesaian sebesar 15.6%.

Kemudian untuk percepatan dengan menggunakan tambahan tenaga kerja sebanyak 2 tenaga kerja pada setiap proses kegiatan yang di percepat. Hasil yang di dapat adalah percepatan dengan menggunakan tenaga kerja tambahan dapat mempercepat durasi kerja dari pekerjaan normal yang awalnya memiliki durasi sebesar 32 hari menjadi 26 hari dengan selisih percepatan sebesar 6 hari lebih cepat. Dengan presentase efisiensi waktu penyelesaian sebesar 18.7%.

Hasil perhitungan biaya dari kedua percepatan antara penambahan tenaga kerja dan juga jam lembur di dapatkan untuk durasi normal memiliki biaya sebesar Rp 48,681,818, biaya percepatan dengan menambah waktu kerja lembur sebesar Rp 69,724,43, dan biaya percepatan menggunakan penambahan tenaga kerja sebesar Rp 50,727,273. Dari kedua percepatan tersebut, percepatan dengan menambah tenaga kerja lebih efisien dibandingkan dengan percepatan dengan tambahan waktu kerja lembur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Murnawan, H., Wati, P. E. D. K., Saves, F., Michael, T., Kisworo, D. A., & Sari, A. P. (2022). Analysis of the success level of the Independent Campus Competition Program (PK-KM) on the quality of higher education in higher education in Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. *Technium Social Sciences Journal*, 27, 99–105. <https://doi.org/10.47577/TSSJ.V27I1.5587>

- Abdulrahim, M., & Seputro, H. (2016). Microstructure and interface bottom ash reinforced aluminum metal matrix composite. In *Advanced Materials: Manufacturing, Physics, Mechanics and Applications* (pp. 363-370). Springer International Publishing.
- Barrass, B., & Derrett, D. (2012). *Ship Construction*. Butterworth-Heinemann.
- Handoko, T. (2011). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Herjanto, Eddy. (1999). *Manajemen Produksi & Operasi*. (Edisi Kedua). Jakarta: Grasindo
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102 /MEN/VI/2004 tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur
- Meredith, J., Mantel, S., & Shafer, S. (2016). *Project Management A Managerial Approach*. Wiley.
- PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 35 TAHUN 2021 TENTANG PERJANJIAN KERJA WAKTU TERTENTU, ALIH DAYA, WAKTU KERJA DAN WAKTU ISTIRAHAT, DAN PEMUTUSAN HUBUNGAN KERJA
- Rahmiyati, N., & Rahim, M. A. (2015). Peningkatan Produktivitas Dan Kualitas Produk Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna Pada Usaha Pengembang Ekonomi Lokal Di Kota Mojokerto Propinsi Jawa Timur. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(02).
- Sadewo, F. P. U., & Amiruddin, W. (2022). Optimasi Percepatan Pada Proyek Reparasi KM Fajar Bahari V Dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 10(2), 77-84.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Oprasional*. Jakarta: Erlangga.