

PERENCANAAN JUMLAH TENAGA KERJA *WELDER* UNTUK MENGURANGI KETERLAMBATAN PADA PROYEK PEMBUATAN *CARGO BARGE 300'* (STUDI KASUS PT.SEKAR PERMATA NUSA)

Edy setioko¹, Dadang Redantan², Zainal Arifin³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

^{2,3}Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam
Jl. Batu Aji Baru, Batam, Kepulauan Riau

ABSTRAK

PT. Sekar Permata Nusa merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang *ship building and repair*. Khususnya pada proyek pembuatan *cargo barge*, pada pengerjaan *cargo barge 300'* untuk *hull 665* proyek tidak bisa selesai tepat waktu hal ini terjadi karena penjadwalan dan pengaturan tenaga kerja *welder 1G* yang tidak sesuai dengan volume pekerjaan yang ada. Selama ini penjadwalan pekerjaan dilakukan tanpa memperhatikan apakah kegiatan tersebut memiliki waktu kelonggaran dalam pengerjaannya. Keterlambatan penyelesaian proyek adalah hal yang merugikan bagi perusahaan, karena perusahaan harus membayar denda pinaltidari *client*. Permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah jumlah tenaga kerja *welder 1G* yang tersedia kurang yang mengakibatkan keterlambatan pengerjaan proyek.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan penjadwalan proyek pada pembuatan *cargo barge 300'* di PT. Sekar Permata Nusa yang terbaik, dimana penjadwalan proyek tersebut dapat mengurangi keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Metode penjadwalan proyek yang diteliti adalah metode jalur kritis, biasa disebut dengan PERT (*Program Evaliasi and Review Technique*).

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian, metode penjadwalan proyek terbaik adalah menggunakan metode PERT dengan perhitungan mundur dimana jumlah pemakaian pekerja maksimal tiap bulannya adalah 61 pekerjaan dengan biaya pengerjaan sebesar 524.763.800 rupiah. Pengeluaran biaya ini lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan maju, dengan selisih biaya sebesar 376.177.600 rupiah.

Kata kunci: Keterlambatan, PERT, Jaringan Kerja, Jalur Kritis.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia sekarang ini menunjukkan persaingan yang sangat ketat. Persaingan tidak hanya terjadi pada perusahaan-perusahaan yang berasal dari Indonesia saja, akan tetapi juga dengan perusahaan-perusahaan asing. Guna menyikapi persaingan yang terjadi, maka setiap perusahaan dituntut untuk mampu meningkatkan sumber daya yang dimilikinya.

Dalam pengerjaan *cargo barge 300 feet* untuk *hull 665* pengerjaan dilakukan dengan 20 pekerja untuk posisi *welder (1G)* dan jumlah ini tetap sama untuk bulan-bulan berikutnya, proyek ini diharapkan selesai dalam kurun waktu tidak lebih dari empat

bulan, tapi kenyataannya proyek mengalami keterlambatan penyelesaian. Keterlambatan penyelesaian proyek timbul karena para pemimpin proyek kurang memperhatikan aspek jumlah tenaga kerja yang merupakan unsur penting penunjang keberhasilan bagi suatu proyek. Tidak adanya suatu landasan yang jelas dalam menentukan jumlah tenaga kerja pada proyek dan pengaturan jumlah Pekerjaan yang pas untuk setiap kegiatan menjadikan pengerjaan proyek melenceng dari jadwal seperti yang telah direncanakan sebelumnya. Hal ini terjadi karena perencanaan dan pengalokasian untuk tenaga kerja *welder 1G* untuk setiap kegiatan tidak mendapatkan perhatian yang serius dari para pimpinan proyek. Penentuan jumlah *welder*

IG merupakan satu hal yang penting dalam proyek pembuatan *Cargo barge 300'*. Sehingga dari perencanaan jumlah tenaga kerja ini diharapkan dapat mengoptimalkan waktu pengerjaan sesuai dengan jadwal perencanaan.

Permasalahan yang timbul saat ini adalah tenaga kerja (*welder IG*) dalam proyek pembuatan *cargo barge 300'* yang tersedia kurang dan tidak sebanding dengan jumlah pekerjaan yang ada, sehingga terjadi ketimpangan tanggung jawab dan beban kerja yang tidak merata. Hal ini menyebabkan terjadinya keterlambatan pekerjaan yang mengakibatkan diberikannya pinalti dari *client*. Untuk itu dalam penelitian ini penulis merumuskan masalah adalah bagaimanakah penjadwalan proyek pembuatan *cargo barge 300'* yang paling optimal di PT. Sekar Permata Nusa dalam mengurangi keterlambatan pekerjaan.

LANDASAN TEORI

Pengukuran Kerja

- a) Langkah persiapan
- b) Elemental *breakdown*
- c) Uji kecukupan data dengan rumus

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \quad (1)$$

- d) Uji keseragaman data dengan rumus:

$$BKA = x' + k \sigma \quad (2)$$

$$BKB = x' - k \sigma \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (4)$$

- e) Buang $\sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$ ang berada diluar batas kontrol.

$$Wn = Ws \times p \quad (5)$$

Dimana:

Ws = Waktu siklus/waktu rata-rata penyelesaian

p = Faktor penyesuaian

- g) Waktu baku (Wb)

$$Wb = Wn \times \left(\frac{100}{100 - All} \right) \quad (6)$$

100 - All

Pengukuran yang dilakukan terhadap waktu kerja bertujuan untuk menentukan waktu baku. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik (Sutalaksana, 1978). Waktu baku dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan terutama sekali untuk:

1. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja
2. *Estimasi* biaya untuk upah tenaga kerja.
3. Penentuan jadwal dan perencanaan pekerjaan.
4. Indikasi keluaran (*out put*) yang mampu dihasilkan oleh karyawan
5. Perencanaan sistem pemberian bonus bagi karyawan yang berprestasi.

Pengukuran kerja dengan menggunakan jam henti (*stop watch*) sebagai alat untuk mengukur. Pengukuran dengan metode ini bersifat obyektif dan biasaditerapkan pada pekerjaan yang memiliki waktu siklus kerja yang berulang-ulang dengan jangka waktu pendek hingga panjang. Langkah-langkah dalam metode ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

All = Allowance

Penjadwalan Proyek

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterlambatan-keterlambatan yang ada (Husen, 2010). Faktor-faktor yang mempengaruhi penjadwalan proyek:

1. Sasaran dan tujuan proyek.
2. Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *masterschedule*.
3. Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia.
4. Waktu yang diperlukan dan waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur.
5. Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan diantaranya.
6. Kerja lembur atau pembagian *shift* kerja untuk mempercepat proyek.
7. Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia.
8. Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode memiliki kekurangan dan kelebihan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berpengaruh terhadap kinerja biaya, sekaligus kinerja proyek secara keseluruhan.

PERT (*Program Evaluasi and Review Technique*)

PERT atau *Program Evaluasi and Review Technique* adalah sebuah model

- c) Urutan dan tahap penyelesaian masing-masing kegiatan.
- d) Gambaran proyek secara keseluruhan

Sebuah kegiatan (*activity*) adalah proses penyelesaian suatu pekerjaan selama waktu tertentu dan selalu diawali oleh noda awal dan diakhiri oleh noda akhir yaitu saat tertentu atau *event* yang menandai awal dan akhir suatu kegiatan.

Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek. PERT dikembangkan oleh perusahaan konsultan Booz-Allen and Hamilton pada tahun 1958-1959 (Siswanto, 2007). Metode ini bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi, adanya penundaan, gangguan dan masalah suatu jadwal. PERT pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian kegiatan yang digambarkan dalam bentuk diagram *Network*. Dengan demikian diketahui bagian-bagian kegiatan mana yang harus didahulukan dan kegiatan mana yang harus menunggu untuk dikerjakan. Perbedaan mendasar antara metode PERT dan CPM (*critical part method*) adalah pada cara menentukan durasi aktivitas. CPM menggunakan estimasi tunggal untuk setiap aktivitas sedangkan PERT menggunakan tiga estimasi waktu:

t_o = perkiraan waktu paling optimis

t_m = perkiraan waktu paling mungkin

t_p = perkiraan waktu paling pesimis

Nilai waktu yang diharapkan (t_e) didapatkan dari pembobotan ketiga waktu diatas dengan rumus:

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6} \quad (7)$$

6

Jaringan Kerja

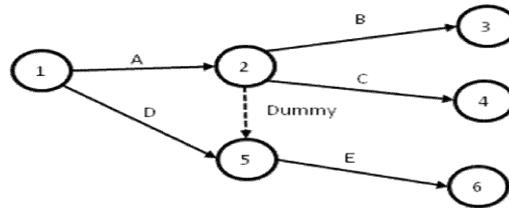
Jaringan kerja sangat diperlukan dalam analisa PERT. Bagan jaringan kerja digunakan untuk memvisualisasikan sistem jaringan penyelesaian proyek yang terdiri dari rangkaian kegiatan-kegiatan yang terpadu. Visualisasi ini berguna bagi proses perencanaan dan pengendalian.

Hubungan antara kegiatan yang satu dengan yang lain perlu dijelaskan secara visual agar mereka yang terlibat dengan mudah dan cepat bisa mengetahui:

a) Jumlah kegiatan dalam proyek.

b) Hubungan antar kegiatan.

Berikut ini adalah bentuk jaringan sederhana dari PERT :



Gambar 1 Contoh Jaringan PERT

Keterangan :

- Kegiatan A dan D tidak didahului oleh kegiatan yang lain
- Kegiatan B dan C didahului oleh kegiatan A
- Kegiatan E didahului oleh kegiatan A dan D

Jalur Kritis

Yang dimaksud dengan Jalur Kritis adalah serangkaian aktivitas yang tidak memiliki kelonggaran waktu. Adanya penundaan pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis akan menyebabkan penundaan penyelesaian proyek. Lintasan kritis adalah lintasan yang memerlukan waktu paling lama, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan waktu terpendek untuk menyelesaikan proyek.

Penghitungan pada jaringan kerja baik PERT/CPM adalah sama, terutama dalam mengoptimalkan waktu. Mengenai symbol-simbol yang digunakan diantaranya adalah:

D = durasi / kurun waktu ; ES = waktu mulai paling awal suatu kegiatan

EF = waktu selesai paling awal suatu kegiatan ;
LS = waktu paling akhir kegiatan bisa dimulai

LF = waktu paling akhir kegiatan boleh selesai ;
 T_E = saat tercepat terjadinya *event*

T_L = saat paling lambat terjadinya *event* ; S = jumlah total waktu kelonggaran

Syarat utama dari jalur kritis adalah sebagai berikut:

- Pada kegiatan pertama $ES=LS=0$
- Pada kegiatan terakhir $LF=EF$
- Total kelonggaran (S) = 0

Perhitungan jalur kritis adalah sebagai berikut:

- Penghitungan maju

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara penghitungan maju yaitu dengan rumus:

$$EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j) \quad (8)$$

2. Penghitungan mundur

Penghitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita masih bisa mengakhiri masing-masing kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung suatu jaringan kerja (akhir penyelesaian proyek) rumus yang digunakan adalah:

$$LS(i-j) = LF(i-j) - D(i-j) \quad (9)$$

3. Penentuan *slack*

Slack adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan total *slack* suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi waktu selesai paling awal suatu kegiatan.

$$S = LF - EF = LS - ES \quad (10)$$

Penentuan Jumlah Tenaga Kerja

Untuk mengetahui berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan proyek maka kita harus mengetahui :

- Rentang waktu pengerjaan proyek (durasi jam kerja pada setiap kegiatan)
- Kebutuhan jam kerja orang untuk mengerjakan proyek

Dari penjelasan ini dapat ditarik rumus untuk menentukan jumlah tenaga kerja (JTK) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$JTK = \frac{\text{Kebutuhan jam kerja orang}}{\text{Durasi jam kerja pada setiap kegiatan}} \quad (11)$$

METODE PENELITIAN

Teknik pengolahan data dan analisis digunakan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Tahapan-tahapan pengolahan dan analisis yang digunakan adalah sebagai berikut ;

1. Uji kecukupan data dan uji keseragaman data untuk menghitung waktu baku pengelasan 1G untuk setiap tipe dari joinan.

2. Mengetahui uraian pekerjaan dan urutan keseluruhan aktivitas proyek.
3. Mengetahui durasi tiap aktivitas proyek dan hubungan antar aktivitas.
4. Membuat flowchart network diagram proyek
5. Menentukan lintasan kritis proyek
6. Menentukan total kebutuhan jam kerja orang untuk pengelasan 1G.
7. Estimasi kebutuhan tenaga kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan data didapat hasil waktu baku untuk setiap tipe sambungan pengelasan dan hasil rangkumannya seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 1 Rangkuman Perhitungan Waktu Baku

NO	TIPE OF WELD JOIN	WAKTU BAKU (menit/ meter)
1	SQUARE T	21.8
2	SINGLE BEVEL T	19.7
3	CORNER	32.0
4	SINGLE BEVEL BUTT	33.1
5	SINGLE V BUTT 10mm	34.5
6	SINGLE V BUTT 12mm	43.7
7	LAP	40.0
8	SINGLE U BUTT	32.9
9	SQUARE BUTT	22.7

Elemen-elemen pekerjaan dalam penelitian ini di bagi dalam beberapa kegiatan besar, hal ini dikarenakan pekerjaan pembuatan *cargo barge 300'* dikelompokkan dalam proses fabrikasi, selain itu juga untuk menyesuaikan tempat pembangunan dan kapasitas fasilitas pembanguna seperti *crane* dan *forklift*

Dalam hal ini penulis meneliti proyek pembuatan *cargo barge* dengan panjang 300' yang dibagi dalam 27 kegiatan. Dari hasil penghitungan waktu baku diperoleh waktu penyelesaian pekerjaan pengelasan untuk setiap 1 meter panjang sambungan las dalam satuan menit. Panjang bidang lasan untuk masing-masing sambungan pada setiap kegiatan dapat dilihat pada (Lampiran 1 dan 2).

Maka diperoleh rumus penghitungan kebutuhan jam kerja untuk setiap jenis sambungan las sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan Jam Kerja} = \text{Panjang Lasan} \times \text{Waktu Baku Pengelasan}$$

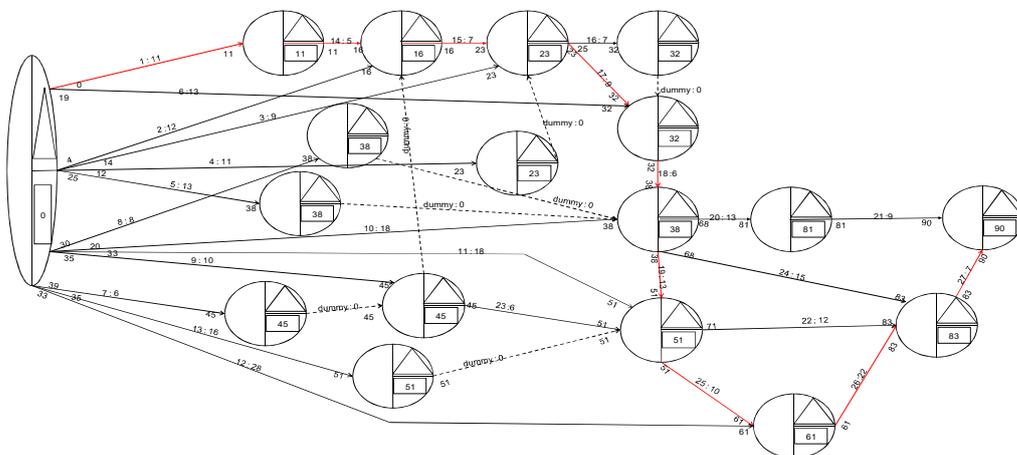
Penentuan jaringan kerja dan jalur kritis

Jaringan kerja ini dibuat berdasarkan jumlah kegiatan yang ada dalam pembuatan *cargo barge 300'* yang jumlahnya ada 27 kegiatan dan durasi dari setiap kegiatan yang digunakan dalam pembobotan untuk manentukan waktu harapan didapat dari data pengerjaan tiga proyek sebelumnya dengan spesifikasi yang sama. Waktu harapan merupakan waktu yang nantinya akan digunakan dalam menentukan jalur kritis dari jaringan kerja yang ada. Berikut ini adalah data waktu pengerjaan tiga proyek sebelumnya, dimana dalam pengerjaan *cargo barge 300'* untuk hull 665 yang menggunakan jumlah pekerja *welder* rata-rata setiap bulannya sebanyak 20 pekerja, dan proyek selesai dalam kurun waktu lima bulan.

Tabel 2Estimasi Nilai Waktu Harapan (*te*)

NO	Kegiatan	waktu optimis (to)	waktu paling mungkin (tm)	waktu pesimis (tp)	$te = \frac{to+4tm+tp}{6}$
1	center trans BHD fanel farication	9	11	12	11
2	long BHD fanel fabrication	10	12	13	12
3	side trans BHD fanel fabrication	8	9	12	9
4	center deck fanel fabrication	9	11	13	11
5	side deck fanel fabrication	11	13	15	13
6	side shell fanel fabrication	10	13	14	13
7	transoom faneel fabrication	5	6	7	6
8	chain fanel fabrication	7	8	10	8
9	center bottom fanel fabrication	9	10	12	10
10	side bottom fanel fabrication	15	18	19	18
11	jugularfanel fabrication	15	18	19	18
12	head fabrication	25	28	31	28
13	side board fanel fabrication	15	16	18	16
14	center trans BHD erection	4	5	6	5
15	long BHD erection	5	7	8	7
16	center deck erection	5	7	8	7
17	side trans BHD erection	8	9	11	9
18	side shell erection	4	6	7	6
19	side deck erection	11	13	14	13
20	nakel fitting	12	13	14	13
21	fender fitting	7	9	10	9
22	side board erection	10	12	13	12
23	transoom erection	5	6	8	6
24	chain erection	14	15	16	15
25	jugular erection	9	10	12	10
26	head erection	19	22	27	22
27	finising	5	7	8	7

Jaringan kerja ini di buat berdasarkan pembagian kegiatan diatas serta memperhatikan durasi setiap kegiatan. Dalam proyek ini model jaringan kerja serta nilai penghitungan maju dan penghitungan mundur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2Jaringan Kerja *Proyek Cargo Barge 300'*

Menghitung waktu kritis dengan menghitung total waktu kelonggaran (*Slack*) atau *Total Float (TF)*

Total waktu kelonggaran atau *total float* adalah selisih antara waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (LF) dikurangi waktu mulai paling awal (ES) dan durasi dari kegiatan tersebut(D).

$$S = LF - ES - D$$

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Penghitungan Slack

Kegiatan	pendahulu	durasi		ES	EF	LF	LS	TF(slack)
		A	B	B	C=B+A	D	E=D-C	D-B-A
1	...	11	0	0	11	11	0	0
2	...	12	0	0	12	16	4	4
3	...	9	0	0	9	23	14	14
4	...	11	0	0	11	23	12	12
5	...	13	0	0	13	38	25	25
6	...	13	0	0	13	32	19	19
7	...	6	0	0	6	16	10	10
8	...	8	0	0	8	38	30	30
9	...	10	0	0	10	16	6	6
10	...	18	0	0	18	38	20	20
11	...	18	0	0	18	51	33	33
12	...	28	0	0	28	61	33	33
13	...	16	0	0	16	51	35	35
14	1	5	11	11	16	16	0	0
15	2,9,14	7	16	16	23	23	0	0
16	3,4,15	7	23	23	30	32	2	2
17	3,4,15	9	23	23	32	32	0	0
18	6,16,17	6	32	32	38	38	0	0
19	5,8,10,18	13	38	38	51	51	0	0
20	5,8,10,18	13	38	38	51	81	30	30
21	20	9	51	51	60	90	30	30
22	11,13,19,23	12	51	51	63	83	20	20
23	7,9	6	10	10	16	51	35	35
24	5,8,10,18	15	38	38	53	83	30	30
25	11,13,19,23	10	51	51	61	61	0	0
26	12,25	22	61	61	83	83	0	0
27	22,24,26,	7	83	83	90	90	0	0

Dari tabel diatas maka dapat dilihat jalur kritis dari

pengerjaan proyek yaitu pada kegiatan yang memiliki total kelonggaran atau *slack* = 0 dan pada kegiatan pertama nilai $ES = LS = 0$, serta pada kegiatan terakhir nilai $LF = EF$. Dari penjelasan ini maka dapat disimpulkan bahwa jalur kritis terdapat pada kegiatan:

1 – 14 – 15 – 17 – 18 – 19 – 25 – 26 – 27 dengan durasi:

$$11+5+7+9+6+13+10+22+7 = 90 \text{ hari}$$

Durasi pada jalur kritis adalah 90 hari, ini adalah waktu yang paling cepat dan paling mungkin proyek bisa diselesaikan. Berdasarkan hasil dari penelitian menunjukkan bahwa durasi pada jalur kritis adalah 90 hari, ini menunjukkan bahwa pengerjaan proyek pembuatan *cargo barge* 300' akan selesai paling cepat dalam kurun waktu 90 hari. Untuk itu supaya proyek bisa selesai tepat waktu perlu melakukan perencanaan pemakaian tenaga kerja *welder* 1G untuk setiap kegiatannya dengan tepat, pengerjaan kegiatan yang berada pada lintasan kritis tidak boleh mengalami penundaan sama sekali, begitu juga dengan kegiatan lainnya.

Estimasi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan

Estimasi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan disini dihitung berdasarkan lama pengerjaan proyek yaitu selama 90 hari atau 4 bulan dengan waktu mulai pada bulan mei dan berakhir pada bulan agustus. Dengan jumlah hari kerja seminggu adalah lima hari kerja dan jam kerja untuk satu hari delapan jam. Jadi estimasi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Jam kerja yang dibutuhkan}}{\text{Jam kerja yang tersedia}}$$

Dari persamaan diatas kebutuhan jumlah tenaga kerja untuk setiap kegiatan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti diatas, berdasarkan durasi setiap kegiatan dan kebutuhan jam kerja pada masing-masing kegiatan, maka diperoleh hasil penghitungan kebutuhan tenaga kerja sebagai berikut :

Tabel 4 Kebutuhan tenaga kerja untuk setiap kegiatan

NO	Kegiatan	durasi (hari)	kebutuhan jam kerja	jam kerja yang tersedia	kebutuhan tenaga kerja
		A	B	C=A*8	B/C
1	center trans BHD fanel fabrication	11	710	88	8
2	long BHD fanel fabrication	12	1676	96	17
3	side trans BHD fanel fabrication	9	1476	72	20
4	center deck fanel fabrication	11	935	88	11
5	side deck fanel fabrication	13	1538	104	15
6	side shell fanel fabrication	13	1078	104	10
7	transoom faneel fabrication	6	63	48	1
8	chain fanel fabrication	8	323	64	5
9	center bottom fanel fabrication	10	1147	80	14
10	side bottom fanel fabrication	18	1691	144	12
11	jugularfanel fabrication	18	175	144	1
12	head fabrication	28	483	224	2
13	side board fanel fabrication	16	1235	128	10
14	center trans BHD erection	5	57	40	1
15	long BHD erection	7	133	56	2
16	center deck erection	7	64	56	1
17	side trans BHD erection	9	85	72	1
18	side shell erection	6	105	48	2
19	side deck erection	13	192	104	2
20	nakel fitting	13	102	104	1
21	fender fitting	9	132	72	2
22	side board erection	12	299	96	3
23	transoom erection	6	46	48	1
24	chain erection	15	419	120	3
25	jugular erection	10	24	80	1
26	head erection	22	61	176	1
27	finising	7	69	56	1

Dengan ini penulis membuat dua model penjadwalan, untuk mengetahui pemakaian tenaga kerja setiap bulannya dan membandingkan keduanya, manakah yang lebih efisien dalam pemakaian sumber daya manusia. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 1 dan 2.

Perbandingan hasil penjadwalan

Penjadwalan proyek ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil penjadwalan terbaik dalam proses pembuatan *cargo barge 300'*. Pada penjadwalan ini digunakan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) dengan perhitungan Penjadwalan Maju dan Penjadwalan Mundur. Kriteria yang diinginkan pada penjadwalan ini adalah mengurangi terjadinya keterlambatan proyek pembuatan *cargo barge 300'* sebagai berikut ini:

Tabel 5 Perbandingan hasil penjadwalan proyek.

Penjadwalan Proyek	Kebutuhan Tenaga Kerja Tiap Bulan					Total	Lama Pengerjaan (Hari)	Keterlambatan (Hari)	Hasil Terbaik
	1	2	3	4	5				
Penjadwalan Perusahaan	25	22	19	18	20	104	150	30	Penjadwalan Proyek PERT dengan Perhitungan Maju & Mundur
Penjadwalan PERT Perhitungan Maju	126	6	9	1	0	142	120	0 (tidak ada)	
Penjadwalan PERT Perhitungan Mundur	49	61	16	9	0	135	120	0 (tidak ada)	

Dari hasil perbandingan penjadwalan proyek diatas dapat diketahui bahwa penjadwalan PERT dengan perhitungan maju dan mundur adalah penjadwalan proyek terbaik, dibandingkan dengan penjadwalan perusahaan saat ini, karena tidak terjadi keterlambatan waktu pengerjaan *cargo barge 300'*.

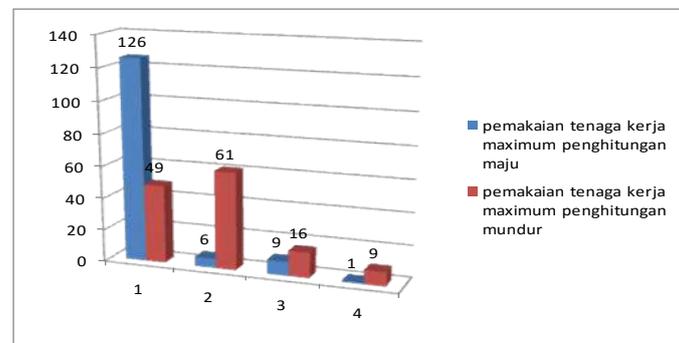
Dari data diatas diketahui penjadwalan PERT maju dan mundur merupakan yang terbaik berdasarkan kriteria keterlambatan pengerjaan yaitu tidak memiliki waktu keterlambatan, maka penulis

akan membandingkan kedua penjadwalan diatas berdasarkan kriteria minimasi kebutuhan jumlah tenaga kerja.

Tabel 6 Perbandingan penjadwalan PERT (perhitungan maju dan mundur)

BULAN	pemakaian tenaga kerja maximum	
	perhitungan maju	perhitungan mundur
1	126	49
2	6	61
3	9	16
4	1	9

Berdasarkan tabel 5.3 menunjukkan bahwa penjadwalan PERT dengan perhitungan mundur adalah penjadwalan terbaik dibandingkan penjadwalan PERT dengan perhitungan maju karena memiliki kebutuhan tenaga kerja terkecil.



Gambar 3 Grafik kebutuhan tenaga kerja

Perbandingan Biaya Penjadwalan Proyek

Berdasarkan tabel perhitungan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengerjaan proyek *cargo barge 300'* menggunakan metode PERT perhitungan maju dan PERT perhitungan mundur ditunjukkan pada tabel dibawah ini

Tabel 7 Rangkuman Biaya masing-masing Penjadwalan Proyek

Biaya yang dikeluarkan		Penjadwalan PERT Perhitungan Maju	Penjadwalan PERT Perhitungan Mundur
Pegawai		Rp171,840,000	Rp175,500,000
Peralatan	Kabel las	Rp690,102,000	Rp334,097,000
	Cup welding	Rp7,887,600	Rp3,818,600
	Electroda holder	Rp6,892,200	Rp3,829,000
	Hand gloves	Rp4,430,400	Rp4,212,000
	Kaca hitam	Rp1,591,200	Rp830,700
	Kaca putih	Rp3,198,000	Rp2,476,500
Total Biaya		Rp885,941,400	Rp524,763,800

Pada tabel diatas total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pengerjaan proyek menggunakan metode PERT dengan perhitungan maju adalah sebesar 885.941.400 rupiah. Sedangkan biaya dengan metode PERT

perhitungan mundur adalah sebesar 524.763.800 rupiah, maka penjadwalan metode PERT dengan perhitungan mundur adalah metode yang terbaik karena memiliki total biaya pengeluaran lebih rendah bila dibandingkan dengan perhitungan

maju dengan selisih biaya sebesar 361.177.600 rupiah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penjadwalan proyek menggunakan metode PERT dengan perhitungan mundur membutuhkan pekerja *welder* 1G maximum tiap bulannya sebanyak 61 pekerja serta pengeluaran biaya proyek berdasarkan perhitungan mundur adalah sebesar 524.763.800 rupiah. Pengeluaran biaya lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan maju, dengan selisih biaya sebesar 376.177.600 rupiah. Penjadwalan proyek menggunakan metode PERT dengan perhitungan mundur adalah penjadwalan terbaik berdasarkan kriteria minimasi jumlah tenaga kerja dan biaya dengan penyelesaian pekerjaan dalam tempo empat bulan.

Saran

Dalam penjadwalan proyek pembuatan *cargo barge* 300' berikutnya, dapat menggunakan metode PERT dengan perhitungan mundur karena lebih hemat dalam pemakaian jumlah tenaga kerja dan biaya

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. 1990. *Tata letak Pabrik dan Pindahan Barang. Edisi Ketiga. Bandung.* Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Komarudin, 2010, *Petunjuk Penggunaan- Algoritma-Evolusi-Diferensial-untuk- mengoptimasikan-Tata letak-Fasilitas.pdf.* tersedia di:
<http://staff.blog.ui.ac.id/komarudin74/files/2010/09> (diakses 12 Maret 2014)
- Wignjosobroto, S. 1996. *Tata letak Pabrik dan Pindahan Bahan,* Edisi Ketiga. GunaWidya, Surabaya