



## ANALISA PERENCANAAN MANPOWER DENGAN METODE *CRITICAL PATH METHODS* PADA PEMBUATAN STRUKTUR TANK KAPAL TAG BOAT

**Hery Irwan<sup>1</sup>, Udin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan Batam

Jl. Batu Aji Baru, Batam, Kepulauan Riau

[Hery04@gmail.com](mailto:Hery04@gmail.com)

### ABSTRAK

Dalam manajemen proyek durasi kegiatan adalah salah satu faktor utama dari lamanya waktu penyelesaian suatu proyek. Perencanaan durasi setiap kegiatan ditentukan oleh ketersediaan bahan baku, sumber daya dan volume pekerjaan itu sendiri. Dalam penentuan durasi setiap aktifitas, seorang perencana menghitung secara individu tanpa memperhatikan urutan kegiatan (sequencing). Dari aktifitas yang telah dihitung diperoleh durasi dan selanjutnya disusun membantuk jaringan (network) antara aktifitas yang sudah dibuat. Dari keseluruhan jaringan yang dibentuk akan diperoleh jaringan yang membentuk jalur terpanjang atau lebih dikenal dengan jalur kritis. Dengan diketahuinya jalur kritis tidak berarti masalah akan selesai dengan memastikan aktivitas dijalar tersebut, akan tetapi perlu dikaji lebih dalam ketersediaan bahan dan sumber daya cukup untuk memenuhi permintaan yang muncul dari network yang terbentuk. Hal ini perlu diperhatikan mengingat keterbatasan sumberdaya dan bahan yang ada dikarenakan perencanaan awal berdasarkan tunggal aktifitas.

**Kata Kunci** - *Penjadwalan, Jalur kritis, sumber daya.*

### ABSTRACT

In project management, duration is one of the main factors of completion a project. The planning duration of each activity is determined by the availability of raw materials, resources and volume of the work itself. In determining the duration of each activity, a planner calculates individually without regard to sequencing. From the activities that have been calculated obtained duration and then arranged membantuk network (network) between activities that have been made. From the entire network is formed will be obtained by the network that form the longest path or better known as the critical path. Knowing the critical path does not mean the problem will be solved by ensuring the activity is on track, but it needs to be studied more in the availability of materials and resources enough to meet the demand arising from the established network. This is necessary considering the limited resources and materials available due to initial planning based on single activities.

**Keywords** - *Scheduling, Critical path, resources.*

---

### PENDAHULUAN

Pulau Batam adalah salah satu pulau yang cukup strategis dari segi kemaritiman yaitu dekat dengan jalur perdagangan laut internasional dan berada dekat negara Singapura dan Malaysia yang memiliki bandar

perdagangan yang cukup ramai. Dengan banyaknya aktivitas pelayaran dan perdagangan laut membuat Batam menjadi salah satu pilihan tempat untuk industri pembuatan dan perbaikan kapal. Didukung dengan Batam sebagai salah satu kawasan *free*

*trade zone* mengundang para investor untuk membuka usaha dalam industri kemaritiman.

Banyaknya industri di Batam yang bergerak dalam bidang pembuatan dan perbaikan kapal ini memaksa setiap industri bersaing dalam mendapatkan proyek. Salah satu yang menjadi pertimbangan dalam industri fabrikasi seperti pembuatan kapal selain biaya adalah waktu pengerjaan (*lead time*). Lamanya waktu pengerjaan menjadi pertimbangan pembeli dalam pemilihan pemasok dikarenakan jadwal penyelesaian sudah tentu disesuaikan dengan data kebutuhan pembeli selain itu juga dampak keterlambatan proyek bagi pemasok adalah diberlakukannya sistem penalti atau denda dikarenakan keterlambatan.

Metode PERT dan CPM merupakan bagian dari manajemen proyek yang umumnya dipakai dalam industri fabrikasi. Metode ini mampu menampilkan dalam bentuk diagram I. perencanaan dari awal hingga akhir pengerjaan, selanjutnya dengan metode CPM memudahkan bagi pihak penanggung jawab proyek dalam melakukan pengontrolan pekerjaan-pekerjaan atau aktivitas-aktivitas yang dapat menyebabkan terlambatnya proyek. Berdasarkan pengamatan di daerah kawasan industri tanjung ungang penggunaan penerapan metode CPM dan PERT pada beberapa perusahaan fabrikasi di Batam sudah dilakukan akan tetapi masih ada pihak perusahaan yang mengalami keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Keterlambatan yang dialami bervariasi dari 10 – 35% dari waktu yang telah disepakati.

Dan salah satu penyebab masih terjadi keterlambatan proyek dikarenakan pihak penanggung jawab proyek tidak melakukan analisa kebutuhan tenaga kerja selama proyek. Hal ini bisa terjadi karena disaat seorang perencana melakukan perhitungan durasi setiap pekerjaan hanya mempertimbangkan volume dan ketersediaan karyawan. Disaat diagram perencanaan dibuat kemungkina

terjadi aktivitas yang dikerjakan dihari yang sama ada, dan kemungkinan memerlukan tenaga kerja yang sama pula. Hal inilah yang memungkinkan terjadi kekurangan tenaga kerja dalam pengerjaan proyek. Tenaga kerja menjadi hal penting dalam kegiatan fabrikasi pembuatan kapal dikarenakan produk kapal yang cukup besar dan tenaga kerja yang diperlukan merupakan tenaga kerja yang memiliki kompetensi Pihak perusahaan hanya fokus terhadap pekerjaan atau aktifitas yang menjadi jalur kritis. Sehingga pihak perusahaan terlambat menyadari jika proyek tidak akan cukup waktu untuk penyelesaian sesuai dengan waktu yang telah disepakati, saat keterlambatan terjadi pihak perusahaan tidak punya waktu yang cukup untuk mendapat tambahan tenaga kerja khususnya yang memiliki kompetensi khusus.

## TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Soeharto (1999) manajemen proyek adalah perencanaan, organisir, kepemimpinan dan pengendalian sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan dalam jangka waktu pendek. Berbeda dengan definisi H. Kerzner dan PMI (*Project Management Institute*) dikutip oleh Soeharto, (1999), mengemukakan definisi manajemen proyek sebagai berikut :

Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang saling berkaitan dalam hal memimpin dan mengkoordinir sumber-sumber daya yang ada seperti manusia dan material dengan menggunakan teknik yang modern untuk mencapai sasaran yang dimaksud, melinkupi jadwal, mutu, biaya dan memenuhi apa yang menjadi tujuan *stake holder*.

Menurut Siswanto (2007), ketentuan waktu dalam menyelesaikan suatu kegiatan merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat utama dalam perencanaan karena penentuan waktu tersebut menjadi dasar.

Ada dua pendekatan dalam penggambaran jaringan proyek, yaitu kegiatan-pada-titik(*activity/on/node* – AON) dan kegiatan-pada-panah(*activity/on/arrow* - AOA). Penggunaan tanda titik pada AON adalah

berarti kegiatan, sedangkan pendekatan AOA menggunakan tanda panah yang berarti

kegiatan. Gambar 1 mengilustrasikan perbedaan pendekatan AON dan AOA.

Activity on Node (AON)	Activity Meaning	Activity on Arrow (AOA)
	A cannot begin until B which occurs before C.	
	A and B must both be completed before C can start.	
	B and C cannot begin until A is completed.	
	C and D cannot begin until A and B have both been completed.	
	C cannot begin until both A and B are completed. D cannot begin until B is completed. A dummy activity is introduced in AOA.	
	B and C cannot begin until A is completed. D cannot begin until both B and C are completed. A dummy activity is again introduced in AOA.	

Gambar 1. Perbandingan Dua Pendekatan Menggambarkan Jaringan Kerja

### Pengoptimalan Pada Jaringan

Perhitungan pada jaringan kerja baik CPM ataupun metode lain yaitu PERT adalah sama, terutama dalam pengoptimalan waktu. Diantaranya adalah mengenai simbol yang digunakan adalah Langkah-langkah dalam pengolahan data dan analisis data sebagai berikut :

1. Pembuatan network diagram suatu proyek  
*Network diagram* adalah penggambaran kegiatan proyek dengan menggunakan *network planning* sebagai tanda hubungan antar kegiatan.
2. Penentuan waktu  
 Setelah jaringan kerja proyek telah di visualisasikan selanjutnya meleakukan estimasi atau perkiraan waktu atas kegiatan yang terdapat dalam jaringan kerja proyek. Adapun cara perhitungan penentuan waktu ini dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

#### a. Penjadwalan Maju (*forward schedule*)

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari initial event ke terminal event dengan menggunakan rumus :

$$ES_{(i,j)} = EF_{(j)} = 0$$

$$EF_{(i,j)} = ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} \quad (1)$$

$$EF_{(j)} = \max (EF_{(i1,j)}, EF_{(i2,j)}, \dots, EF_{(in,j)}) \quad (2)$$

Dimana :

- ES= Saat tercepat dimulainya ektivitas
- EF= Saat tercepat diselesaikannya aktivitas
- t= Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas
- i= Nomor kejadian awal kegiatan atau aktivitas
- j= Nomor kejadian akhir kegiatan atau aktivitas

#### Penjadwalan Mundur (*backward schedule*)

Bila hitungan maju digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian paling singkat proyek, maka hitungan mundur

bertujuan mengidentifikasi adanya float. Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$LS = LF - t \quad (3)$$

Maka :

$$LS_{(i,j)} = LF_{(j)} - t_{(i,j)} \quad (4)$$

$$LF_{(i)} = \min (LS_{(i,j1)}, LS_{(i,j2)}, LS_{(i,j3)})$$

pers 5

Dimana :

LS = Saat paling lambat mulai aktivitas

LF = Saat paling lambat diselesaikannya aktivitas

t = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

i = Nomor kejadian awal kegiatan atau aktivitas

j = Nomor kejadian akhir kegiatan atau aktivitas

- Perhitungan kelonggaran waktu (*float* atau *slack*), yang terdiri atas *total float* atau *free float*.

Total Float (TF)

$$TF = LF - EF \quad (6)$$

Free Float (SF)

$$FF_{(i,j)} = ES_{(j)} - EF_{(i)} \quad (7)$$

Dimana :

TF = Total float

FF = Free float

t = Waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

i = Nomor kejadian awal kegiatan atau aktivitas

j = Nomor kejadian akhir kegiatan atau aktivitas

- Suatu aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran disebut aktivitas kritis (TF = SF = 0). Aktivitas kritis inilah yang harus dikendalikan Menentukan aktivitas kritis agar proyek dapat berhasil dan berjalan sesuai rencana. Untuk mengetahui mana aktivitas kritis dan aktivitas tidak kritis dan sebagai langkah terakhir dari perhitungan network diagram yaitu dengan membuat peta waktu yang merupakan jadwal pelaksanaan proyek.

- Crash Program*

Setelah memiliki perencanaan proyek dan waktu lamanya proyek, selanjutnya dilakukan perbandingan apakah waktu yang telah dibuat sesuai dengan lama proyek yang diminta. Apabila tidak sesuai (lebih lama) dapat dilakukan percepatan proyek. Cara mempercepat proyek adalah dengan melihat kemungkinan pada setiap kegiatan yang membentuk jalur kritis.

### Gant Chart (*Bagan Gant*)

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh *Henry L. Gantt*. Prinsipnya adalah menggambarkan aktifitas pekerjaan ke dalam bentuk grafik dengan skala waktu. Disini informasi tentang ruang lingkup tugas, tugas awal yang harus diselesaikan sebagai syarat penyelesaian tugas berikutnya dan lain-lain.

Sampai saat ini metode Gantt masih digunakan secara luas. Dikarenakan banyaknya keuntungan yang didapat dari metode ini, antara lain:

- Sederhana, mudah dibuat dan dipakai. Untuk itu sangat bermanfaat sebagai alat informasi dan komunikasi dalam suatu proyek.
- Dapat menggambarkan jadwal (perencanaan) suatu aktifitas dan progres kegiatan tersebut.
- Bila digunakan bersama metode lain, dapat dipakai untuk perencanaan dan pengendalian aspek yang lebih luas.

Langkah berikutnya sesudah pembuatan network selesai adalah penjadwalan yang merupakan tahap penterjemahan network ke dalam daftar waktu sesuai dengan hari kalender / kerja, tetapi karena terbatasnya sumber untuk mengerjakan proyek, maka perlu dilakukan pengaturan resources (sumber daya) dan fasilitas yang dipakai dalam menyelesaikan tugas yang telah direncanakan. Konstrain utama dalam membuat jadwal adalah kebutuhan yang bisa memnuhi rencana.

Selanjutnya masalah alokasi sumber ini dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

- Alokasi sumber tidak terbatas



Dimana tingkat kemampuan penyediaan sumber dapat memenuhi kebutuhan berapapun besarnya.

## 2. Alokasi sumber terbatas

Dimana tingkat kemampuan penyediaan sumber terbatas, tertentu dan tidak mencukupi kebutuhan sumber pada satu atau beberapa periode waktu berdasarkan jadwal sebelumnya.

## Perhitungan Biaya

Untuk memperpendek jalur kritis yang telah diketahui, ada beberapa metode pengendalian. Terutama dalam segi pengendalian biaya proyek yang diantaranya adalah:

### 1. Tenaga Kerja

Setelah daftar pekerjaan dan tugas masing-masing tersusun, langsung bisa digambarkan ke diagram Gantt. Dalam pengalokasian tenaga kerja sebelumnya dibutuhkan jadwal kerja dalam bentuk diagram Gantt yang telah diketahui jalur kritisnya. Dengan jalur kritis sangat mudah sekali dalam mempercepat pekerjaan proyek, yaitu dengan melakukan penambahan sumber daya atau memberlakukan jam lembur pekerja.

### 2. *Crash Program*

Program ini untuk mempercepat waktu dari jaringan yang telah diketahui lintasan kritisnya. Di dalam menganalisis program tersebut digunakan beberapa asumsi, yang diantaranya:

- a. Keberadaan sumber daya bukan merupakan kendala. Sehingga dalam melakukan analisa percepatan program, alternatif yang dipilih tidak dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya yang ada.
- b. Bila waktu penyelesaian diperlukan lebih cepat dengan lingkup kerja yang sama, maka diperlukan pengaturan sumber daya untuk mempercepat kegiatan yang dimaksud. Sumber daya yang dimaksud ini bisa tenaga kerja, peralatan, material, atau sumber daya lain yang apabila keberadaannya ditambah dapat

memperpendek waktu kegiatan dari waktu sebelumnya.

Jadi tujuan utama dari *crash program* adalah memperpendek atau mempercepat jadwal penyelesaian proyek dengan kenaikan biaya seminimal mungkin. Dalam menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dan waktu suatu kegiatan dipakai definisi berikut:

- a. Kurun waktu normal, adalah lamanya waktu pengerjaan kegiatan dari awal hingga selesai secara efisien tapi adanya lembur atau usaha khusus lainnya. Seperti menambah karyawan, alat yang lebih modern.
- b. Biaya normal, adalah biaya yang dikeluarkan secara langsung dengan tujuan menyelesaikan suatu kegiatan dalam waktu normal. Biasanya waktu normal dan biaya normal dibuat saat pembuatan perencanaan jadwal awal proyek.
- c. Kurun waktu dipersingkat (*crash time*), adalah waktu yang dipercepat dalam rangka penyelesaian kegiatan yang ada. Dimana keberadaan sumber daya bukan merupakan masalah. Biasanya waktu disini ditentukan berdasarkan naluri dari perencanaan.
- d. Biaya untuk waktu dipersingkat adalah sejumlah biaya yang dikeluarkan langsung yang dikarenakan adanya percepatan waktu kegiatan dari waktu normal.

Konsep ini amat berguna untuk menganalisis beberapa besar biaya untuk mempersingkat waktu pelaksanaan suatu kegiatan bilamana diketahui informasi yang diperlukan.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah penyelesaian masalah meliputi :

1. Susun *network planning*  
Adalah menyusun urutan pekerjaan/aktivitas berdasarkan *predesesor* dan *successor*.

2. Tentukan Jalur kritis  
Dari *network* yang dibuat selanjutnya ditentukan pekerjaan/aktivitas yang membentuk jalur kritis atau jalur terlama.
3. Alokasi sumber daya  
Melakukan alokasi sumber daya sesuai dengan kebutuhan pekerjaan/aktivitas.
4. Cek konstrain yang ada.  
Melakukan analisa dari alokasi sumber daya yang sudah dilakukan. Dengan melihat batasan ketersediaan yang dimiliki.
5. Analisa konstrain

Setelah didapat area yang menjadi masalah lakukan analisa. Apabila area konstrain yang didapat akan berpengaruh terhadap jalur kritis perlu dilakukan tindakan pencegahan dengan tujuan agar proyek tetap dapat selesai sesuai jadwal yang telah ditentukan.

6. Rekomendasi  
Berikan rekomendasi dan resiko yang ada berdasarkan analisa konstrain yang ada ke pihak penanggung jawab proyek.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

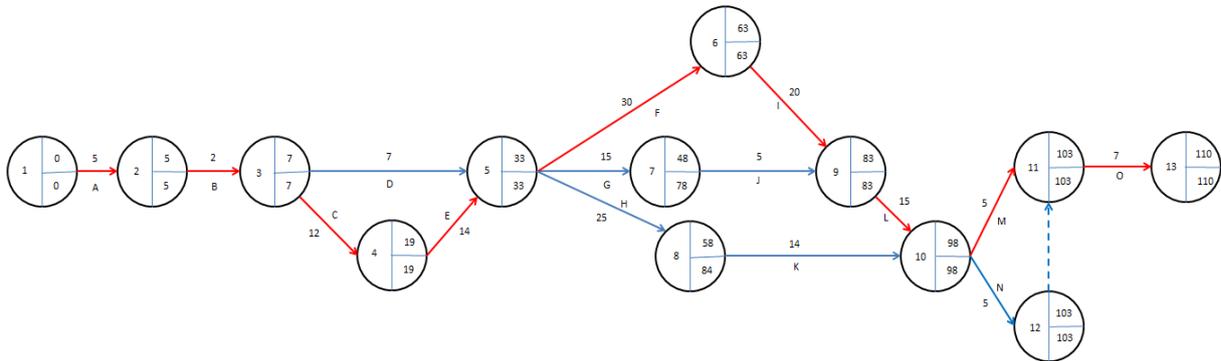
Dari hasil pengumpulan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Pekerjaan, Durasi dan kebutuhan Tenaga Kerja

No	Pekerjaan	Predecessor	Durasi (hari)	Ketersediaan tenaga kerja (orang)									
				Eng	Spv	Fit	Wel	Opt	Rig	Hel	Pai	NDT	
				2	2	14	14	2	4	14	5	2	
A	Pekerjaan gambar produksi	-	5	2									
B	Persiapan material	A	2	1									
C	Pemotongan CNC	B	12	1		1				2			
D	Pembentangan material ( <i>erection</i> )	B	7		1	3	3	1	2	3			
E	Pre-fabrikasi	C	14			3	3			3			
F	Fabrikasi <i>head tank</i>	D, E	30		1	14	14	1	2	14			
G	Fabrikasi <i>center tank</i>	D, E	15			3	3			3			
H	Fabrikasi <i>right tank</i>	D, E	25			5	5			5			
I	Fabrikasi <i>left tank</i>	F	20		1	14	14	2	4	14			
J	Fabrikasi <i>Engine tank</i>	G	5		1	3	3	1	2	2			
K	Pemasangan buritan	H	14		1	4	4	1	2	4			
L	Penambahan penguat dan pengelasan	I, J	15			3	3			2			
M	Pengujian	K, L	5										2
N	<i>Finishing</i>	K, L	5		1	1	1			6			
O	Pengecatan	N	7									5	

Catatan : Eng = Enginer, Spv = Supervisor, Fit = Fitter, Wel = Welder, Opt = Operator Crane, Rig = Rigger, Hel = Helper, Pai = Painter, NDT = Quality for NDT

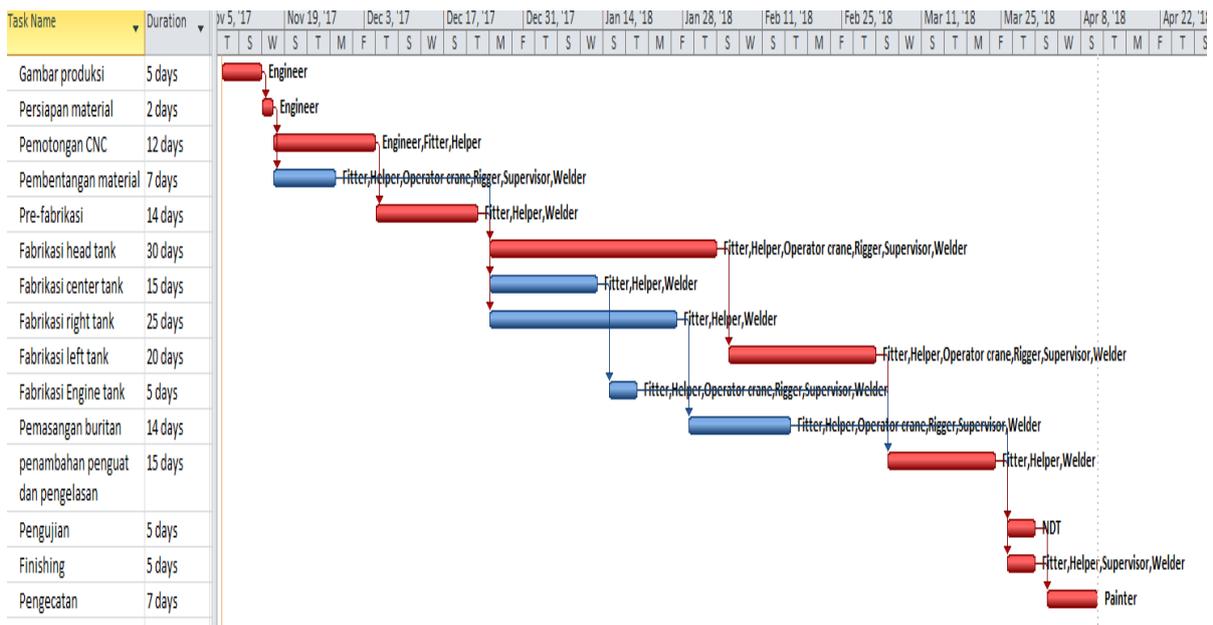
*Network planning* dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Network Planning dan Jalur Kritis

Dari gambar 1 diperoleh pekerjaan yang menjadi jalur kritis adalah A – B – C – E – F – I – L – M – O.

Apabila digambarkan dalam bentuk Gantt chart dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



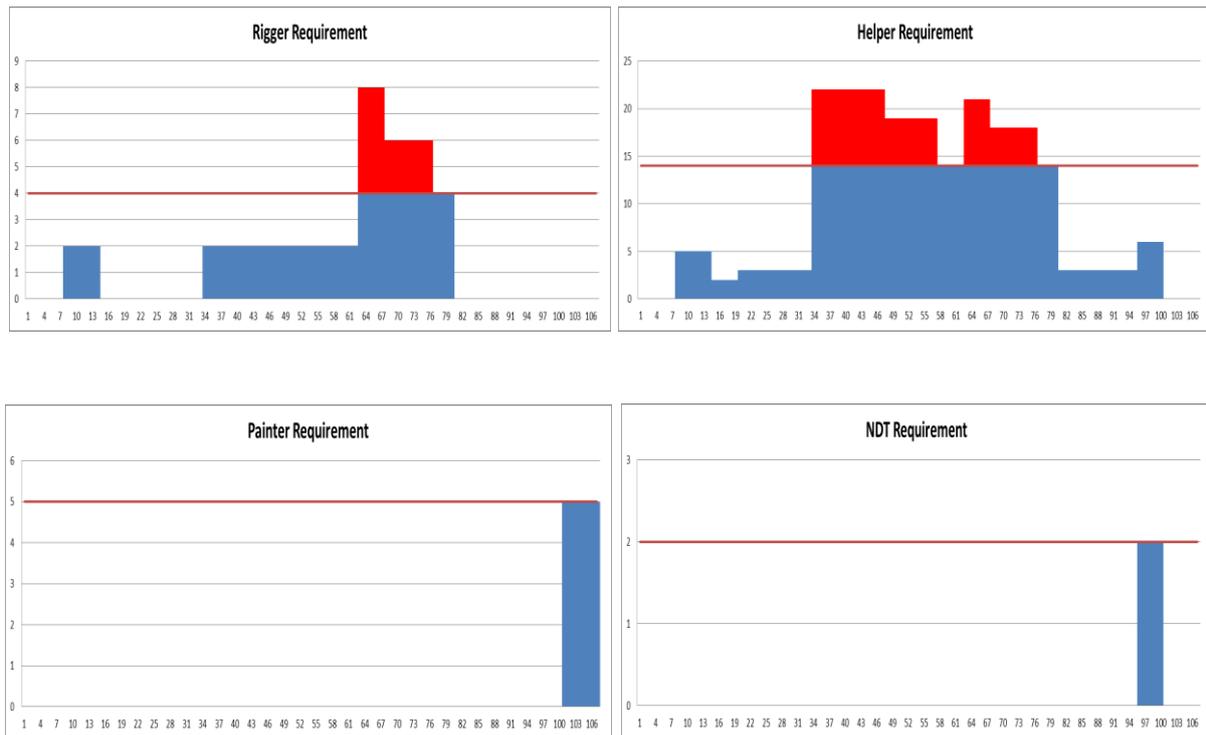
Gambar 3. Gantt Chart dan Jalur Kritis

Berdasarkan hasil gantt chart, apabila penanggung jawab menjaga pekerjaan/aktifitas yang menjadi jalur kritis maka proyek tidak akan mengalami keterlambatan. Akan tetapi klo si analisa lebih lanjut dengan adanya keterbatasan tenaga kerja bisa saja pekerjaan yang sebelumnya bukan

merupakan jalur kritis akan menjadi kritis dikarenakan terbatasnya ketersediaan tenaga kerja dari penanggung proyek. Dari proyek diatas apabila dibuat tabulasi penggunaan tenaga kerja yang ada akan seperti tabel berikut ini.







Gambar 4. Kapasitas dan Kebutuhan Tenaga Kerja

Jika dilihat terjadi kekurangan tenaga kerja untuk *fitter*, *welder* dan *helper* selama periode hari ke-34 hingga hari ke-58 dengan jumlah kekurangan yang bervariasi dari 5 – 8 orang per hari. Periode berikutnya terjadi kekurangan tenaga kerja untuk *fitter*, *welder*, *helper*, *operator cranes* dan *supervisor* selama periode hari ke-64 hingga hari ke-77 dengan jumlah kekurangan yang bervariasi dari 2 – 7 orang per hari.

Dari analisa diatas diketahui kegiatan F, G, I, J dan K akan menjadi kritis, dikarenakan pekerjaan/aktifitas tidak akan bisa selesai dengan durasi yang telah ditentukan. Hal ini terjadi karena kurangnya tenaga kerja untuk mendukung pekerjaan dengan durasi yang telah ditentukan. Untuk mengatasi tersebut diperlukan penambahan tenaga kerja yang sesuai dan sifatnya sporadis atau dilakukan perekrutan karyawan harian.

Proses perekrutan karyawan harian memungkinkan untuk pekerjaan yang sifatnya umum seperti *helper*, tapi tidak begitu dengan pekerjaan yang harus memiliki kompetensi khusus seperti *welder*, *operator crane* dan *fitter*. Apabila tersedia tentu saja dengan biaya harian yang cukup tinggi. Apabila hal ini tetap

dibiarkan bagi oleh penanggung jawab proyek maka proyek yang semula direncanakan selesai dalam 110 hari akan mengalami keterlambatan selama 39 hari atau total waktu penyelesaian menjadi 149 hari.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Masih terjadi keterlambatan penyelesaian proyek pada beberapa perusahaan fabrikasi perkapalan, walaupun pihak perusahaan sudah menerapkan metode PERT atau CPM akan tetapi karena pihak penanggung jawab tidak melakukan analisa kebutuhan karyawan selama proyek berlangsung.
2. Untuk proyek pembuatan tank tag boat ini tenaga kerja yang menjadi kritikal adalah *fitter*, *welder*, *helper*, *operator cranes* dan *supervisor*. Dimana terjadi kekurangan tenaga kerja pada 2 periode,



yaitu periode hari ke 34 – hari ke 58 dan periode hari ke 64 – hari ke 77.

3. Apabila tidak dilakukan tindakan penambahan tenaga kerja pada 2 periode waktu diatas, maka proyek pembuatan tank tag boat akan mengalami keterlambatan selama 39 hari dari target pengiriman awal 110 hari menjadi 149 hari. Atau mengalami keterlambatan sebanyak 35%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abrar Husen. 2009. *Manajemen Proyek* (Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek), Andi, Yogyakarta
- Maharesi, 2002 . *Ekonomi Teknik*, Edisi 2, Kansius, Gramedia ,Yogyakarta
- Munawaroh, 2003. *Project Management :* Buku Pegangan Seri Jurusan Teknik Industri, Politeknik Negeri Bandung, Bandung
- Soeharto,1999. *Managemen Proyek*, Edisi 8, Gunung Agung, Jakarta
- Siswanto. 2007. *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri ITB, Bandung
- Tampubolon, 2004. *Manajemen Proyek*, Edisi 1, Get1, Yogyakarta.
- Yamit (2000) *Penentuan CPM (Critical Path Method)*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri ITS, Surabaya.