



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Optimalisasi *Repair Schedule* KN Panah P.207 Dengan *Critical Path Method* Guna Mempercepat Pengerjaan *Repair*

Fajar Adha<sup>1\*)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>, Kiryanto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Las dan Material Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
<sup>\*)</sup>e-mail: Fajaradha1@gmail.com

### Abstrak

Pekerjaan pada proyek perbaikan kapal seringkali memiliki realisasi pengerjaan yang tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Penelitian ini menggunakan metode jalur kritis dan *network planning* untuk mempersingkat durasi pengerjaan dan menghitung produktivitas pekerjaan *repair* kapal KN Panah P.207 di galangan Cirebon, perbaikan kapal KN Panah P.207 pada mulanya memiliki durasi pengerjaan selama 30 hari kerja, Setelah dilakukan *Crashing* pada 8 pekerjaan di proyek ini dengan menambah jumlah pekerja sebanyak 13 orang maka di dapat pengurangan durasi sebanyak 2 hari sehingga pengerjaan proyek menjadi 28 hari dengan penambahan biaya sebanyak 1,57% dari biaya awal Rp 198.640.000 menjadi Rp 201.760.000 . Analisa produktifitas pada penelitian ini berfokus pada pekerjaan *Sanblasting* dan pengecatan lambung dengan pertimbangan pekerjaan tersebut berada dalam jalur kritis dan memiliki satuan pekerjaan tetap sehingga dapat dihitung. Harga produktifitas awal sebelum *crashing* adalah Rp 2.131/m<sup>2</sup> dan indeks produktifitas tenaga kerja 61,02 m<sup>2</sup>/orang per 8 jam kerja, setelah *crashing* dengan menambah jumlah tenaga kerja sebanyak 2 orang dari total tenaga kerja 6 orang menjadi 8 orang maka di dapatkan harga produktifitas baru sebesar Rp 2.209/m<sup>2</sup> dengan indeks produktifitas tenaga kerja sebesar 58,84 m<sup>2</sup>/ orang per 8 jam kerja dan indeks produktivitas galangan meningkat dari 45,76 m<sup>2</sup>/jam menjadi 58,83 m<sup>2</sup>/jam.

**Kata Kunci:** *Critical Path Method, Produktifitas, Crashing, Network Diagram, Sandblasting, Ship Repair*

### 1. PENDAHULUAN

Industri galangan kapal yang ada di dalam negeri sangatlah berperan untuk menyediakan kapal-kapal guna memenuhi kebutuhan kapal di dalam negeri. Dibutuhkan kapal dengan jumlah besar guna mengeksplotasi potensi laut yang kita miliki, kebutuhan kapal sebagai transportasi logistik dan juga penumpang menghubungkan pulau-pulau dalam dan luar negeri, kebutuhan kapal yang di peruntukkan untuk pengamanan wilayah laut dan juga pantai, serta kebutuhan akan kapal khusus lainnya adalah suatu hal mendesak yang harus cepat dipenuhi.

Industri galangan kapal juga berperan untuk perbaikan kapal, dalam melakukan perbaikan kapal tentu dilakukan penjadwalan pekerjaan yang akan

dilakukan agar sesuai dengan waktu yang diinginkan oleh *owner*, karena tentu memengaruhi biaya yang dikeluarkan.

Reparasi kapal merupakan kegiatan yang dilakukan secara rutin dan dilakukan ketika kapal sudah mengalami kegagalan fungsi atau tidak layak untuk di operasikan , reparasi berarti dilakukan perbaikan pada bagian-bagian yang sudah tidak memenuhi standar klasifikasi atau sudah rusak , biasanya bagian-bagian yang sering di reparasi adalah bagian konstruksi, lambung kapal, *outfitting*, mesin dan perpipaan [1].

Perawatan (*maintenance*) dan perbaikan suatu kapal sangat diperlukan agar dapat mempertahankan ketahanan serta mempertahankan status layak jalan kapal. Sesuai dengan peraturan

class, suatu kapal perlu adanya perbaikan secara berkala dengan jangka waktu yang telah ditentukan. perawatan serta perbaikan secara berkala. Untuk memenuhi permintaan pasar, industri galangan kapal harus mampu memenuhi beberapa kriteria yang sering dijadikan pertimbangan oleh para *Customer*, seperti :

- 1) Harga jual yang kompetitif
- 2) Ketepatan dan kecepatan waktu dalam proses reparasi
- 3) Memiliki kualitas yang relatif baik

Dari penelitian sebelumnya tentang faktor-faktor yang menyebabkan Keterlambatan pada perbaikan kapal, MV. Blossom yang direncanakan selesai dalam 101 hari, dapat dipercepat durasi pengerjaan nya menjadi 41 hari [2].

Kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal patroli milik Pangkalan PLP Kelas I Tanjung Priok. Kapal ini dibuat oleh salah satu perusahaan galangan kapal yaitu *Deutsche Industrie Werke - Berlin, Germany*, pada tahun 1982 dengan nama KN Panah P.207. Proyek reparasi ini berfokus pada pergantian propulsi kapal dan perbaikan *outfitting* seperti perbaikan instalasi listrik dan instalasi pipa yang sudah tidak berfungsi secara normal sehingga diperlukan adanya proses perbaikan.

Untuk membantu dalam penyusunan jadwal proyek, perlu menggunakan bantuan teknologi yaitu *software Microsoft Project* agar penyusunan rencana kerja tidak dilakukan secara manual. *Microsoft Project* adalah program komputer yang digunakan untuk mengelola berbagai macam proyek, seperti proyek konstruksi gedung, jembatan, kapal, dan lain-lain [3].

Penggunaan Manajemen Proyek dapat membantu kita mencapai efektifitas dan efisiensi, dengan manajemen proyek kita dapat melakukan estimasi biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, sehingga kita bisa meminimalisir kerugian biaya dan sumber daya akibat adanya kemungkinan proyek yang mengalami keterlambatan [4].

*Network Planning* adalah teknik yang sangat cocok untuk digunakan menganalisa suatu proyek terutama proyek pembangunan, karena dengan *network planning* kita akan mendapatkan perhitungan yang detail dan jelas, metode *network planning* yang paling umum adalah dengan menggunakan *critical path method* [5].

Dalam pengerjaan suatu proyek, kadang ada resiko keterlambatan sehingga harus dilakukan percepatan durasi dengan cara menambah tenaga kerja dan menambah jam kerja baru dalam upaya untuk meminimalisir keterlambatan pekerjaan [6].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji *schedule* reparasi kapal KN Panah P.207 yang telah dibuat oleh galangan. Reparasi ini merupakan reparasi khusus, kapal KN Panah P.207 ini berencana untuk melakukan pergantian propulsi kapal dan perbaikan *outfitting* seperti perbaikan instalasi listrik dan pengecatan lambung.

## 2. METODE

### 2.1 Objek Penelitian

Objek yang di teliti pada penelitian ini adalah main schedule proyek reparasi kapal KN.Panah P.207 milik Pangkalan PLP kelas 1 Tanjung Priok dan proyek ini dilaksanakan di galangan milik PT. Dok Bahari Nusantara di Kota Cirebon. Data yang diberikan oleh pihak galangan akan di analisis dengan metode jalur kritis dan *network planning* untuk mempersingkat durasi pekerjaan.



Gambar 1. Kapal KN Panah P.207

Gambar 1 merupakan Foto kapal KN Panah P.207 ketika proses *repair* di galangan milik PT.Dok Bahari Nusantara, Kota Cirebon.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal KN. Panah P.207

No	Ukuran Utama Kapal	Nilai
1	Panjang Kapal	40,00 m
2	Lebar Kapal	7,00 m
3	Draft Kapal	1,95 m
4	BRT Kapal	195 ton
5	Tipe Mesin	16V.650TB.91
6	Daya Mesin	2x2200 PK

Kapal KN Panah P.207 merupakan kapal jenis patroli dengan panjang 40 meter dan memiliki volume BRT (Bruto Register Tonnage) sebesar 195 ton, detail ukuran utama kapal dapat di lihat pada tabel 1.

## 2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode dalam pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di galangan PT. Dok Bahari Nusantara agar dapat melihat gambaran pekerjaan yang dilakukan dan juga melalui wawancara secara langsung dengan kepala proyek agar mendapatkan data yang *valid*. Berikut adalah data yang sudah di kumpulkan, yaitu:

### A. Data Primer

Data primer di adalah data yang bersumber dari galangan. Data primer di kumpulkan melalui pengamatan langsung di galangan PT. Dok Bahari Nusantara dan juga wawancara dengan kepala proyek repair. Data-data yang di dapat antara lain : *Main schedule, Repair List* dan Data Ukuran utama Kapal

### B. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dalam sebuah penelitian. Pengumpulan data sekunder diperoleh dari jurnal, internet, buku, dan lain-lain.

## 2.3 Langkah-Langkah Penelitian`

Kegiatan pada jalur kritis tidaklah dapat di tunda penyelesaiannya dan harus tepat waktu sesuai jadwal agar tidak mempengaruhi pekerja lain, namun jalur kritis bisa dipercepat penyelesaiannya, dalam menggunakan *Critical Path Method*, jalur kritis mempunyai rentang waktu *slack* = 0[7]. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini

- 1) Analisa *Schedule* dengan *Microsoft Project*, Dengan menggunakan *software Microsoft Project*, *Schedule* dapat di persingkat, dan jadwal dapat di aplikasikan secara efisien menyesuaikan kondisi galangan.
- 2) Analisa Perhitungan Data *Network Diagram*, Setelah melakukan perancangan network diagram, maka akan dihasilkan detail berikut :
  - a. Kegiatan kritis dapat diketahui.
  - b. Dihasilkan waktu tercepat terjadinya event (EET) dan waktu paling lama terjadinya event (LET) sehingga *slack* dapat diketahui.
  - c. Jalur lintasan kritis akan di hasilkan.
  - d. *Slack* Tidak terjadi.
- 3) Analisa *Network Diagram Planning Schedule*, Dengan melihat urutan pekerjaan repair, maka dapat dijadikan dasar dalam pembuatan rencana *network diagram*, hal ini dilakukan dengan menginput data-data *schedule* repairasi KN.Panah P.207 , Melalui kegiatan ini maka akan di dapatkan hasil berupa lama pekerjaan jika terjadi keterlambatan dan di percepat agar sesuai dengan *schedule* yang sudah

direncanakan

- 4) Analisa Perhitungan Produktifitas Tenaga Kerja, Nilai produktifitas didapat dari hasil perhitungan *total volume* reparasi di bagi dengan total *mandays* suatu pekerjaan.
- 5) Analisa Alokasi Tenaga Kerja  
Analisa Alokasi tenaga kerja dengan menggunakan *software Microsoft project* yang sudah sesuai dengan tenaga kerja yang di butuhkan serta perhitungan *manpower*, analisa ini untuk bertujuan untuk mencegah terjadinya *overallocated*.

*Microsoft Project* atau yang biasa di sebut *MS Project* adalah sebuah program yang berfungsi untuk mengelola dan mengolah data proyek, beberapa manfaat *MS Project* adalah menyimpan detail pekerjaan, tugas-tugas beserta hubungannya dengan sumber daya terpakai, biaya proyek, jalur kritis dan lain-lain, *Microsoft project* juga dapat membuat rencana proyek serta dapat melakukan analisa ketepatan waktu dan anggaran pada proyek yang sedang berjalan[8].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang didapatkan dari galangan PT. Dok Bahari Nusantara akan digunakan untuk menganalisa jadwal pengerjaan proyek awal yang berdurasi 30 hari kerja sesuai dengan jadwal pengerjaan kontrak . lalu selanjutnya akan dilakukan penjadwalan ulang pada proyek menggunakan metode *Critical Path Method* dengan bantuan *software Microsoft Project 2013* untuk mendapatkan jadwal yang lebih optimal. hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah jadwal awal 30 hari dapat di persingkat agar lebih optimal dan juga akan di dapatkan perbandingan antara biaya tenaga kerja jadwal awal dan juga biaya tenaga kerja dengan jadwal yang sudah di percepat.

### 3.1 Breakdown setiap pekerjaan

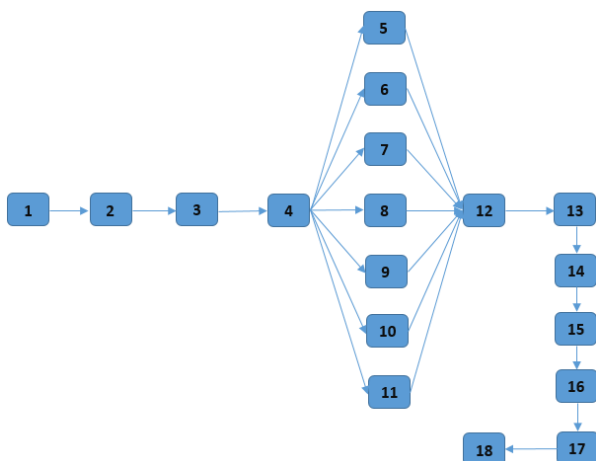
Hal pertama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi setiap pekerjaan dan mengelompokkan setiap pekerjaan tersebut pada jenis yang sama, hal ini di sebut juga dengan metode *work breakdown structure*, hal ini bertujuan untuk dijadikan dasar dalam melakukan penjadwalan dengan *microsoft project* dan untuk menentukan durasi tiap pekerjaan dan produktivitas proyek.

### 3.2 Analisis Network Diagram (Jaringan Kerja)

Pada sebuah proyek repair kapal, sering terjadi keterlambatan pengerjaan sehingga terlambat dari

jadwal yang sudah di tetapkan, untuk itu di butuhkan *Network Planning* berupa model yang bisa di gunakan untuk membantu mencapai ketepatan waktu sesuai dengan jadwal target pengerjaan proyek *repair*.

Jaringan kerja merupakan gambaran pada suatu proyek berdasarkan *network planning* yang terdiri atas lintasan-lintasan kegiatan sesuai dengan urutan peristiwa nya. Pada *network diagram* terdapat jalur kritis yang akan menentukan pekerjaan apa saja yang harus di selesaikan tepat waktu agar tidak terjadi keterlambatan pada pengerjaan proyek .



Gambar 2. *Network Diagram* berisi pekerjaan-pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis sebelum dilakukan *crashing* proyek

Pada pengerjaan proyek reparasi kapal KN Panah P.207 terdapat 36 pekerjaan yang sudah ditentukan *predecessor* nya, dari total 36 pekerjaan terdapat sebanyak 18 pekerjaan yang berada di jalur kritis, selanjutnya akan dilakukan analisis secara teliti hingga akan di dapat *network diagram* atau jaringan kerja dengan jumlah durasi total sesuai dengan pengerjaan proyek kapal tersebut yaitu selama 30 hari, alur pekerjaan proyek dapat dilihat pada Gambar 2 yang berisi urutan 18 pekerjaan pada jalur kritis, pekerjaan reparasi dimulai dengan pekerjaan mobilisasi yang dilaksanakan oleh kru kapal dan setelah di terima oleh galangan barulah dilakukan pekerjaan *docking* kapal, setelah semua pekerjaan bawah air dilakukan maka dilakukan *undocking* dan pekerjaan lain yang tertulis pada tabel 2.

Tabel 2. Daftar Pekerjaan di Jalur Kritis Sebelum *Crashing*

No	Nama Pekerjaan	Durasi
1	Mobilisasi	1 day

2	Persiapan Galangan	2 day
3	Dokumentasi, <i>report</i> & sertifikat	27 day
4	<i>Docking</i>	2 day
5	<i>Sandblasting</i> dan Pengecatan Lambung	9 day
6	Bongkar Pasang As <i>Propeller &amp; Cuttles Bearing</i>	7 day
7	Pekerjaan <i>Windlass</i> dan Bak Rantai	8 day
8	<i>Alignment Shafting</i>	7 day
9	Jangkar dan Rantai Jangkar	6 day
10	Perbaikan Tenda dan Terpal	20 day
11	Perbaiki Lantai Kamar Mesin	15 day
12	<i>Undocking</i>	2 day
13	<i>Function Test &amp; Dock Trial</i>	11 day
14	<i>Sea Trial</i>	1 day
15	<i>Compasseren</i>	1 day
16	Fumigasi	2 day
17	Demolisasi	2 day
18	<i>Delivery</i>	1 day

Proyek perbaikan Kapal KN panah P.207 memiliki jalur kritis sebanyak 18 pekerjaan dari total 36 pekerjaan yang ada dan dapat diselesaikan dengan durasi 30 hari.

Jalur kritis adalah jalur yang tersusun dari pekerjaan-pekerjaan kritis, dimana pekerjaan kritis adalah pekerjaan yang harus dilakukan tepat waktu karena jika terjadi keterlambatan pada pekerjaan kritis maka akan mempengaruhi pengerjaan pekerjaan lainnya sehingga mengakibatkan bertambah nya durasi proyek.

### 3.3 Perhitungan Produktifitas

Perhitungan *manpower* merupakan salah satu perencanaan sumber daya yang sangat diperlukan dalam melaksanakan pekerjaan sesuai daftar pekerjaan proyek. dari perhitungan *manpower* ini kita akan mendapatkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan agar grafik tenaga kerja dapat terdistribusi dengan merata. *Manpower* atau *mandays* adalah satuan yang biasanya umum digunakan dalam mengukur biaya pekerjaan proyek. Pada perhitungan ini hanya difokuskan pada pekerjaan *sandblasting* & pengecatan lambung karena kedua pekerjaan tersebut berada dalam jalur kritis dan memiliki satuan pekerjaan tetap sehingga dapat dihitung . Hari kerja diasumsikan selama lima hari kerja dalam satu minggu yaitu dimulai dari hari senin hingga jum'at, dimana waktu kerja adalah selama 8 jam sehari mulai pukul 08.00 s/d 17.00 WIB.

Tabel 3. Detail dan Volume Pekerjaan Sandblasting & Pengecatan Lambung

Detail Pekerjaan	Volume
Sandblasting lambung kapal bawah air dan atas air dengan standard SA2.0	685 m <sup>2</sup>
Cuci air tawar permukaan bottom plate	290 m <sup>2</sup>
Anti Corrosive Full coat 2 layer primer 125 micron	580 m <sup>2</sup>
Anti Corrosive Full coat 1 layer A/C light grey 80 micron	290 m <sup>2</sup>
Anti Corrosive Full coat 1 layer A/C buff 80 micron	290 m <sup>2</sup>
Anti Fouling 2 layer A/F brown @ 100 micron	580 m <sup>2</sup>
Anti Fouling 2 layer A/F oxide red @ 100 micron	580 m <sup>2</sup>
Jumlah Volume	3295 m <sup>2</sup>

Pekerjaan Sandblasting dan pengecatan lambung dikerjakan secara bertahap, seperti yang terlihat pada tabel 3, pekerjaan diawali dengan proses sandblasting lambung kapal, setelah itu barulah dilanjutkan dengan proses pengecatan.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Sandblasting & Pengecatan Lambung Sebelum Crashing

No	Nama	Keterangan
1	Hari Kerja	Senin-Jumat
2	Jam Kerja	08.00-17.00 WIB
3	Upah Tenaga Kerja	Rp 16.250 / Jam
4	Total Volume Reparasi	3295 m <sup>2</sup>
5	Jumlah Tenaga Kerja	6 orang
6	Durasi Pekerjaan	9 hari
7	Total Mandays	54 mandays
8	Biaya Perorang	Rp 130.000/hari
9	Biaya Keseluruhan	Rp 7.020.000
10	Indeks Produktivitas	61,02 m <sup>2</sup> /orang
11	Biaya Produktivitas	Rp 2.131/ m <sup>2</sup>
12	Indeks Produktivitas Galangan	45,76 m <sup>2</sup> /jam

Pada tabel 4 terlihat semua detail mengenai pekerjaan repair kapal KN Panah P.207 seperti jam kerja dan indeks produktivitas galangan, jam kerja galangan dari pukul 08.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB memiliki jam istirahat selama 1 jam pada pukul 12.00 WIB sehingga jumlah jam kerja efektif dalam satu hari adalah 8 jam.

Berdasarkan pada perhitungan *mandays* yang dilakukan sebelum *crashing* dan sebelum penambahan tenaga kerja maka akan didapat total seluruh biaya untuk tenaga kerja *sandblasting* dan pengecatan lambung sebesar Rp. 7.020.000, indeks produktivitas tenaga kerja 61,02 m<sup>2</sup> (perorang) dan harga produktivitas Rp. 2.131/m<sup>2</sup>.

### 3.4 Perhitungan Setelah Crashing

*Crashing Project* adalah suatu cara yang dilakukan untuk mempersingkat durasi pengerjaan suatu proyek namun sebelum *Crashing project* di buat maka kita harus membuat jalur kritis dalam bentuk *network diagram* terlebih dahulu. Jalur kritis ini akan di jadikan patokan untuk menentukan pekerjaan-pekerjaan yang berada dalam jalur kritis sehingga durasi dapat dipersingkat atau *crashing time*[9].

Banyak sekali faktor yang mengakibatkan keterlambatan proyek sehingga harus dilakukan *Crashing time* agar proyek dapat selesai tepat waktu sesuai kesepakatan dengan *owner*, biasanya ada pekerjaan tambahan pada proyek reparasi tetapi tidak ada waktu tambahan pada proyek tersebut [9].

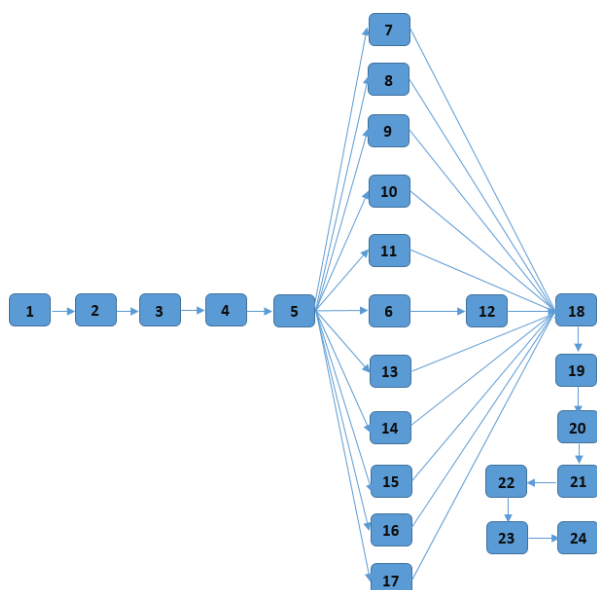
Kita dapat melakukan *Crashing Time* dengan cara melakukan pergantian *shift kerja*, menambah jam kerja atau lembur atau dengan cara menambah jumlah pekerja agar pekerjaan dapat di selesaikan lebih cepat, tetapi hal ini akan meningkatkan biaya untuk *mandays*, atau bisa juga dengan penambahan alat berat yang akan mempercepat proses pekerjaan. Kita dapat menentukan pekerjaan-pekerjaan yang memiliki jalur kritis dengan menggunakan metode *Critical Path Method*.

Proses *Crashing* pada penelitian dilakukan dengan cara mempercepat pekerjaan pada jalur kritis sebanyak 8 pekerjaan dengan menambah pekerja sebanyak 13 orang, yaitu:

- 1) Penggantian Lantai Kamar Mesin, di percepat 2 hari dari 15 hari menjadi 13 hari dengan menambah 1 tenaga kerja dari 6 orang menjadi 7 orang.
- 2) *Sandblasting* dan pengecatan lambung, dipercepat 2 hari dari 9 hari menjadi 7 hari dengan menambah 2 tenaga kerja dari 6 orang menjadi 8 orang.
- 3) *Alingment Shaft*, dipercepat 2 hari dari 7 hari menjadi 5 hari dengan menambah 3 tenaga kerja dari 6 orang menjadi 9 orang.
- 4) Jangkar dan Rantai Jangkar, dipercepat 3 hari dari 6 hari menjadi 3 hari dengan menambah 3 tenaga kerja dari 3 orang menjadi 6 orang.



- 5) Pekerjaan Tenda dan Terpal, di percepat 1 hari dari 20 menjadi 19 hari dengan menambah 1 tenaga kerja dari 8 orang menjadi 9 orang.
- 6) *Windlass* dan Bak Rantai, dipercepat 1 hari dari 8 hari menjadi 7 hari dengan menambah 1 tenaga kerja dari 3 orang menjadi 4 orang.
- 7) Pekerjaan kemudi, dipercepat 1 hari dari 8 hari menjadi 7 hari dan menambah 1 tenaga kerja dari 5 orang menjadi 6 orang.
- 8) Bongkar Pasang Propeller, dipercepat 1 hari dari 5 hari menjadi 4 hari dengan menambah 1 tenaga kerja dari 3 orang menjadi 4 orang.



Gambar 3. *Network Diagram* berisi pekerjaan-pekerjaan yang termasuk dalam jalur kritis setelah dilakukan *crashing*.

Jalur kritis proyek perbaikan kapal KN Panah P.207 setelah di lakukan *crashing* berjumlah 24 pekerjaan, pada gambar 3 dapat terlihat alur *network diagram* baru setelah *crashing* yang mengakibatkan berkurangnya durasi pengerjaan proyek sebanyak 2 hari, namun terjadi penambahan jumlah pekerjaan di jalur kritis yaitu dari 18 pekerjaan bertambah sebanyak 6 pekerjaan menjadi 24 pekerjaan setelah dilakukan *crashing*.

Tabel 5. Daftar Pekerjaan di Jalur Kritis Sesudah *Crashing*

No	Nama Pekerjaan	Durasi
1	Mobilisasi	1 day
2	Persiapan Galangan	2 day
3	<i>Cleaning</i> dan Pelayanan Galangan	27 day

4	Dokumentasi, <i>report</i> & sertifikat	26 day
5	<i>Docking</i>	2 day
6	Pembersihan Lambung	4 day
7	Pekerjaan Akomodasi	20 day
8	<i>Replating</i>	8 day
9	<i>Sandblasting</i> dan Pengecatan Lambung	7 day
10	Bongkar Pasang <i>As Propeller &amp; Cuttles Bearing</i>	7 day
11	Bongkar Pasang <i>Propeller</i>	4 day
12	Penggantian <i>Anodes</i>	4 day
13	Pekerjaan <i>Windlass</i> dan Bak Rantai	7 day
14	Pekerjaan Kemudi	7 day
15	<i>Alignment Shafting</i>	5 day
16	Perbaikan Tenda dan Terpal	19 day
17	Perbaiki Lantai Kamar Mesin	13 day
18	<i>Undocking</i>	2 day
19	<i>Function Test &amp; Dock Trial</i>	11 day
20	<i>Sea Trial</i>	1 day
21	<i>Compasseren</i>	1 day
22	Fumigasi	2 day
23	Demolisasi	2 day
24	<i>Delivery</i>	1 day

Setelah *Crashing*, proyek perbaikan kapal KN panah P.207 memiliki penambahan jalur kritis sebanyak 6 pekerjaan sehingga jalur kritis menjadi 24 pekerjaan dari total 36 pekerjaan dan proyek dapat diselesaikan dalam waktu 28 hari karena dipercepat 2 hari, percepatan tersebut terjadi setelah dilakukan penambahan tenaga kerja sebanyak 13 orang pada pada 8 pekerjaan yang berada di di jalur kritis, seperti pekerjaan perbaikan lantai kamar mesin, bongkar pasang propeller, pekerjaan kemudi, *sandblasting* dan pengecatan lambung, percepatan pada 8 pekerjaan tersebut mengakibatkan terjadinya penambahan biaya sebanyak 1,57% dari biaya awal Rp 198.640.000 menjadi Rp 201.760.000, penambahan biaya dengan menambah tenaga kerja dirasa lebih murah dibandingkan dengan percepatan proyek menggunakan penambahan jam kerja lembur seperti yang terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Produktivitas Pekerjaan *Sandblasting* & Pengecatan Lambung Sesudah *Crashing* dengan Menambah Jumlah Tenaga Kerja

No	Nama	Keterangan
1	Hari Kerja	Senin-Jumat
2	Jam Kerja	08.00-17.00 WIB
3	Upah Tenaga Kerja	Rp 16.250 / Jam

4	Total Volume Reparasi	3295 m <sup>2</sup>
5	Jumlah Tenaga Kerja	8 orang
6	Durasi Pekerjaan	7 hari
7	Total <i>Mandays</i>	56 mandays
8	Biaya Perorang	Rp 130.000/hari
9	Biaya Keseluruhan	Rp 7.280.000
10	Indeks Produktivitas	58,84 m <sup>2</sup> /orang
11	Biaya Produktifitas	Rp 2.209/ m <sup>2</sup>
12	Indeks Produktifitas Galangan	58,83 m <sup>2</sup> / jam

Tabel 6 menunjukkan hasil dari perhitungan produktivitas pada pekerjaan sandblasting dan pengecatan lambung setelah dilakukan penambahan tenaga kerja sebanyak 2 orang untuk mempercepat durasi pekerjaan dengan total volume reparasi sama seperti sebelum penambahan pekerja yaitu 3295 m<sup>2</sup>.

Setelah dilakukan *crashing* atau percepatan pada pekerjaan *sandblasting* & pengecatan lambung dengan durasi awal 9 hari menjadi 7 hari dengan penambahan pekerja yang tadinya 6 orang menjadi 8 orang maka akan didapat biaya total sebesar Rp. 7.280.000 dan produktivitas 58,84 m<sup>2</sup>/orang dengan harga produktivitas Rp. 2.209 / m<sup>2</sup>.

Berdasarkan perhitungan *mandays* sebelum dilakukan *crashing* dan juga sesudah dilakukan *crashing*, dapat diketahui bahwa dengan tenaga kerja berjumlah 6 orang dan durasi waktu 9 hari, menghasilkan total biaya tenaga kerja sebesar Rp.7.020.000 dan setelah *crashing* dilakukan, terjadi pengurangan durasi waktu menjadi 7 hari dan pekerja menjadi 8 orang menghasilkan total biaya sebanyak Rp.7.280.000. Sehingga jika dihitung kenaikan harga pada pekerjaan *sandblasting* dan pengerjaan lambung adalah sebesar Rp 260.000 atau naik sebesar 3,6% dari biaya awal, namun dengan penambahan tenaga kerja sebanyak 2 orang tersebut, terjadi peningkatan indeks produktivitas galangan pada pekerjaan sandblasting dan pengecatan lambung sebesar 28,56% dari 45,76 m<sup>2</sup>/jam sebelum penambahan tenaga kerja menjadi 58,83 m<sup>2</sup>/ jam.

Tabel 7. Tabel Perhitungan Produktivitas

Pekerjaan *Sandblasting* & Pengecatan Lambung Sesudah *Crashing* dengan menambah jam lembur (3 jam)

No	Nama	Keterangan
1	Durasi Lembur	7 hari
2	<i>Manpower</i>	6 orang
3	Upah Tenaga Kerja	Rp 130.000 / hari
4	Harga Jam Lembur	130.000 /hari
5	Bobot Reparasi	3295 m <sup>2</sup>

6	Biaya Perhari	Rp 1.560.000
7	Total Biaya	Rp 10.920.000
8	Biaya awal	Rp 7.020.000
9	Selisih Biaya	Rp 3.900.000
10	Biaya Produktifitas	Rp 3.314/ m <sup>2</sup>

Tabel 7 berisi hasil perhitungan produktivitas pekerjaan sandblasting dan pengecatan lambung setelah dilakukan *crashing* dengan menambah jam kerja lembur selama 3 jam, pada tabel disebutkan bahwa harga jam lembur per hari adalah sama dengan upah tenaga kerja per hari.

Setelah dilakukan *crashing* atau percepatan pada pekerjaan *sandblasting* & pengecatan lambung dengan durasi awal 9 hari menjadi 7 hari dengan penambahan jam lembur selama 3 jam maka akan didapat biaya total sebesar Rp. 10.920.000 dengan harga produktivitas Rp. 3.314 / m<sup>2</sup> dan kenaikan biaya sebesar 55.55 %.

Berdasarkan perhitungan penambahan tenaga kerja dan juga penambahan jam lembur menunjukkan bahwa penambahan tenaga kerja memerlukan biaya yang lebih murah daripada penambahan jam lembur yaitu penambahan tenaga kerja naik sebesar 3,6 % sedangkan penambahan jam lembur naik sebesar 55.55 %. Sehingga pada penelitian ini digunakan metode penambahan tenaga kerja untuk mempercepat durasi pengerjaan proyek.

### 3.5 Penjadwalan Menggunakan *Microsoft Project*

Berdasarkan data yang diberikan oleh pihak galangan, *scheduling* atau penjadwalan yang di susun oleh galangan pada proyek ini dilakukan secara manual dengan menggunakan *software Microsoft excel*, kekurangan jika menggunakan metode manual menggunakan *software microsoft excel* adalah membutuhkan waktu lebih lama dan akan lebih sulit dalam pengaturan tenaga kerja. Oleh karena penulis menggunakan *software microsoft project 2013* dalam penyusunan jadwal dan pengalokasian tenaga kerja itu agar memudahkan pekerjaan untuk menyusun jadwal dan , dengan menggunakan software ini kita perlu menginput pekerjaan, durasi setiap pekerjaan, serta *predecessors* setiap pekerjaan. Saat proses tersebut selesai dilakukan maka *ghant chart* akan terkoneksi secara otomatis dengan pekerjaan lainnya, begitu juga dengan tenaga kerja yang akan dihitung otomatis oleh *software*.

Ketika memulai penyusunan jadwal dengan menggunakan *Microsoft project* langkah-langkah yang perlu kita lakukan adalah menyusun daftar

pekerjaan awal sampai akhir, lalu menentukan durasi setiap pekerjaan, dan selanjutnya menentukan *predecessors* dari setiap pekerjaan. Penyusunan jadwal bisa dilakukan secara otomatis atau secara manual, ketika semua data durasi kegiatan sudah terinput maka *Microsoft project* secara otomatis akan menentukan tanggal mulai pekerjaan dan juga berakhirnya pekerjaan. *Output* yang di dapat dari penjadwalan dengan menggunakan *Microsoft project* adalah terbentuknya *ghantt chart*, *network diagram*, dan *resource diagram*.

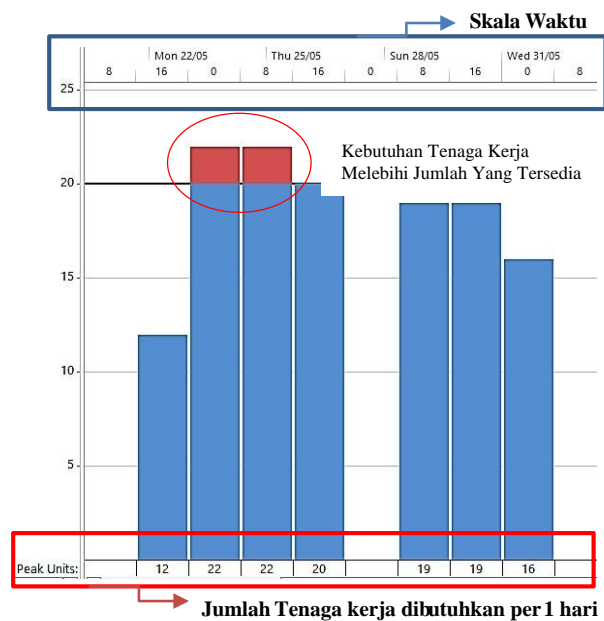
### 3.6 Pengalokasian Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan pada pekerjaan suatu proyek, ini biasa terjadi karena distribusi tenaga kerja yang kurang merata pada penjadwalan suatu proyek, jika terjadi kelebihan atau kurang nya tenaga kerja maka pengerjaan proyek menjadi tidak efektif, oleh karena itu harus dilakukan distribusi tenaga kerja secara merata, jika misal nya terjadi distribusi yang tidak merata maka dapat dilakukan *levelling* sebagai solusi untuk masalah tersebut.

*levelling* merupakan cara yang berguna untuk mengatasi pekerjaan yang saling bertubrukan atau menumpuk[10], hal ini dilakukan dengan cara membagi pekerjaan-pekerjaan yang mengalami kelebihan alokasi tenaga kerja atau disebut juga dengan *overallocated*.

#### 3.6.1 Sebelum Dilakukan *Levelling* dan Penambahan Tenaga Kerja

Sebelum *levelling* dilakukan, pengalokasian tenaga kerja pada pekerja *Docking* mengalami pengalokasian tenaga kerja yang berlebih atau disebut juga *overallocated*, berikut pada gambar 4 adalah grafik dari tenaga kerja tersebut;



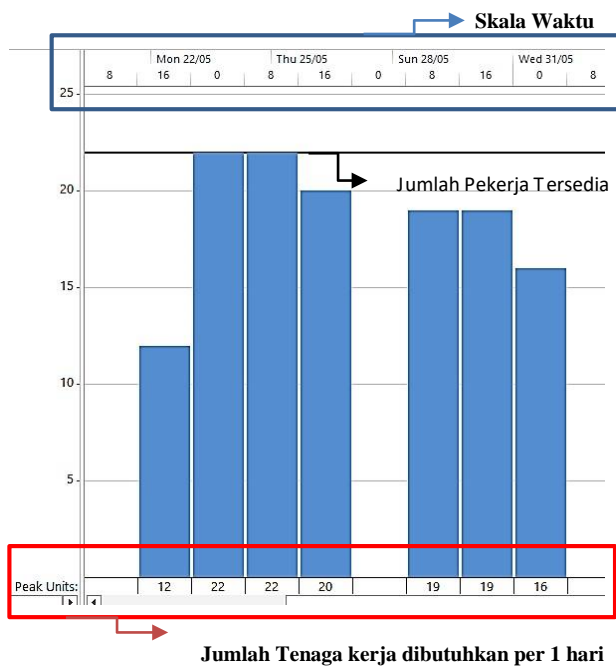
Gambar 4. Grafik Sebelum *Crashing*

Terlihat di grafik penyebaran pekerja *docking* diketahui pada sumbu x terdapat tanggal pekerjaan, lalu pada sumbu y terdapat jumlah pekerja yang digunakan, satu bar pada grafik tersebut mewakili satu hari atau 8 jam kerja dan terdapat bagian yang di lingkari berwarna merah melebihi garis jumlah ketersediaan tenaga kerja yang menandakan adanya kebutuhan tenaga kerja melebihi jumlah tenaga kerja pada pekerjaan *docking*, untuk melihat data jumlah tenaga kerja yang di gunakan setiap hari dapat dilihat di bagian *peaks units* pada diagram. pada gambar 4 dan 5 dapat terlihat terjadinya *overallocated* pada alokasi pekerja *docking* sebesar 2 orang, pada grafik tersebut dapat terlihat ada 2 skala waktu yaitu per 3 hari dan juga per 1 hari dengan 8 jam kerja.

#### 3.6.2 Sesudah Dilakukan *Levelling* dan Penambahan Tenaga Kerja

Setelah *levelling* dilaksanakan dan juga penambahan pekerja sebanyak 2 orang dilakukan, maka dapat terlihat pada gambar 5 bahwa tidak ada lagi *overallocated* pada alokasi pekerja *docking*. Tinggi grafik jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per hari tidak lebih tinggi dari batas garis jumlah tenaga kerja yang tersedia sehingga tidak terjadi penumpukan pekerja pada pekerjaan *docking*, skala waktu yang digunakan pada grafik gambar 5 sama dengan grafik di gambar 4 yaitu per 3 hari dan per 1 hari dengan 8 jam kerja.





Gambar 5. Grafik Sesudah *Crashing*

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang sudah di ketahui maka didapatkan *network diagram* baru yang dapat mengurangi total durasi proyek *repair* kapal KN Panah P.207.

Dari *network diagram* berdasarkan data awal didapatkan durasi pengerjaan proyek *repair* kapal KN Panah P.207 adalah 30 hari kerja dan memiliki 36 pekerjaan. Setelah *crashing* dilakukan dengan menambah tenaga kerja pada pekerjaan tertentu maka akan terjadi pengurangan durasi proyek sebanyak 2 hari sehingga proyek yang awalnya dikerjakan selama 30 hari dapat di persingkat menjadi 28 hari.

Pada data awal pengerjaan proyek *repair* kapal KN Panah P.207 diketahui pekerjaan yang berada pada jalur kritis adalah sebanyak 18 pekerjaan dari total 36 pekerjaan.

Untuk perhitungan produktivitas difokuskan pada pekerjaan *sandblasting* & pengecatan lambung karena kedua pekerjaan tersebut berada dalam jalur kritis dan memiliki satuan volume pekerjaan tetap. sebelum *crashing* diketahui total seluruh biaya untuk tenaga kerja *sandblasting* dan pengecatan lambung sebesar Rp. 7.020.000, produktivitas 61,02 m<sup>2</sup> (perorang) dan harga produktivitas Rp. 2.131/m<sup>2</sup>.

Setelah dilakukan *crashing* atau percepatan pada pekerjaan *sandblasting* & pengecatan lambung dengan durasi awal 9 hari menjadi 7 hari

dan juga penambahan pekerja yang tadinya 6 orang menjadi 8 orang maka akan didapat biaya total sebesar Rp. 7.280.000 dan produktivitas 58,84 m<sup>2</sup>/orang dengan harga produktivitas Rp. 2.209 / m<sup>2</sup>. kenaikan harga pada pekerjaan *sandblasting* dan pengerjaan lambung adalah sebesar Rp 260.000 atau naik sebesar 3,6% dari biaya awal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Nurwanti dan T. W. Pribadi, "Analisa Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Reparasi Kapal Di Galangan Kapal Jawa Timur," Institut Teknologi Sepuluh November, 2016.
- [2] L. K. Padaga, I. Rochani, and Y. Mulyadi, "Penjadwalan Berdasarkan Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal: Studi Kasus MV. Blossom," J. Tek. ITS, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [3] D. Krisnawati dan I. P. Mulyatno, "Analisa Re-Schedule Pembangunan Kapal Baru Sistem Hull Block Construction Method (Hbcm) Dengan Critical Path Method (Cpm) Pada Kapal Tug Boat 2 X 1600 Hp Hull 062 Di Pt. Janata Marina Inda h Unit li," J. Tek. Perkapalan, vol. 3, no. 1, hal. 1–7, 2015.
- [4] G. P. Arianie dan N. B. Puspitasari, "Perencanaan Manajemen Proyek dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd)," J. Tek. Industri, vol. 12, no.3, hal. 189, 2017.
- [5] S. Maryati dan N. Koesdiningsih, "Optimalisasi Waktu Penyelesaian Proyek Pembangunan Gedung Pemasaran Menggunakan Metode Jalur Kritis ( Studi Kasus CV . Barajaya Alumunium Cicalengka 2017 )," Vol. 3, no.2, 2017.
- [6] P. Maranresy dan P. P. Bonny F. Sompie, "Sistem pengendalian waktu pada pekerjaan konstruksi jalan raya dengan menggunakan metode cpm," Sipil Statik, vol. Vol. 3, no. No. 1, hal. Halaman 9, 2015.
- [7] D. Dwijono, "Optimalisasi Waktu Percepatan Dan Biaya Kegiatan Di Dalam Metode Jalur Kritis Dengan Pemrograman Linier," J. Terap. Teknol. Inf., vol. 1, no. 1, hal. 1–9, 2017, doi: 10.21460/jutei.2017.11.4.
- [8] F. N. Wowor et al., "Aplikasi Microsoft Project Dalam Pengendalian," J. Tek. Sipil, vol. 1, no. 8, hal. 543–548, 2013.

- [9] M. Nabillah , M. Basuki, dan E. Pranatal, “Analisa Biaya Dan Waktu Project Crashing Pada Pembangunan Kapal Baru ( Studi Kasus Pemmbangunan Kapal Cargo Ro-Pax 300 Di Pt Adiluhung Sarana Segara Indonesia ),” Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VI 2018 Inst. Teknol. Adhi Tama Surabaya, hal. 101–108, 2018.
- [10] C. Trihendradi, Mastering Microsoft Project 2013, Yogyakarta : Penerbit Andi 2014.