



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Studi Penjadwalan Ulang Pekerjaan Reparasi pada Kapal MV. Awu dengan *Network Diagram* dan *Critical Path Method* (CPM)

Jordan Samuel Tua Hutapea<sup>1)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>2)</sup>, Parlindungan Manik<sup>3)</sup>

Laboratorium Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>\*)</sup>e-mail : [jordanhutapea@students.undip.ac.id](mailto:jordanhutapea@students.undip.ac.id), [pujomulyatno2@gmail.com](mailto:pujomulyatno2@gmail.com),  
[parlindungan\\_manik@live.undip.ac.id](mailto:parlindungan_manik@live.undip.ac.id)

### Abstrak

Pekerjaan industri memiliki kecenderungan realisasi berbeda dengan yang sudah direncanakan, termasuk dalam industri galangan kapal. Metode *network planning* dan metode *Critical Path Method* merupakan alat yang digunakan dalam sistem penjadwalan, yang produknnya merupakan jadwal pekerjaan. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan penelitian analisis penjadwalan ulang pada reparasi kapal MV. Awu di galangan Semarang. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk mendapatkan *network diagram*, jalur kritis (*Critical Path*), perhitungan sumber daya, dan juga produktivitas pada pekerjaan replating dan hull construction. Pada *network diagram* keseluruhan pekerjaan, pekerjaan replating dan hull construction memiliki durasi selama 18 hari, sedangkan setelah dilakukan crashing didapatkan durasi pekerjaan baru selama 16 hari. Perhitungan produktivitas difokuskan pada pekerjaan replating dan hull construction, karena pekerjaan tersebut memiliki satuan yang jelas dan tidak berubah (kilogram). Harga produktivitas pekerjaan sebelum dilakukan crashing adalah Rp. 4.560/kg dengan produktivitas bobot pekerjaan sebesar 31.61kg/orang setiap satu hari, setelah dilakukan crashing dengan penambahan tenaga kerja didapatkan harga produktivitas sebesar Rp. 5.130/kg dengan bobot pekerjaan sebesar 29kg/orang setiap satu hari.

Kata Kunci : *Critical Path Method*, *Network Planning*, Produktivitas

### 1. PENDAHULUAN

Industri galangan kapal merupakan industri padat karya dalam menjalankan fungsinya, oleh sebab itu perkembangan teknologi menjadi faktor wajib yang harus diperhatikan [1]. Pada proyek reparasi maupun bangunan baru di galangan diharuskan untuk bekerja sesuai jadwal yang sudah ditentukan pada kontrak kerja awal. Dalam keberlangsungannya, banyak faktor penyebab keterlambatan proyek, oleh sebab itu dibutuhkan langkah-langkah preventif untuk mengantisipasi terlambatnya pekerjaan suatu proyek. Fungsi manajerial merupakan hal vital dalam keberhasilan suatu galangan dalam beroperasi, untuk dapat bersaing di kondisi pasar yang semakin ketat perusahaan galangan dituntut untuk bekerja secara kompeten dalam menyelesaikan beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan [2]. Keterlambatan pada suatu pekerjaan proyek akan menimbulkan

beberapa akibat, antara lain: meningkatnya biaya pekerjaan, kurangnya rasa kepercayaan kepada pihak penyedia jasa, dan mengacaukan time-line [3].

Galangan kapal dalam bekerja membutuhkan main schedule sebagai acuan pekerjaan yang akan dilakukan. Main schedule berisi tanggal dan nama-nama pekerjaan yang selanjutnya akan dirincikan sesuai bagian-bagian pekerjaan atau *work breakdown structure* (WBS). Pengelompokan pekerjaan dibuat sesuai dengan divisi yang ada pada suatu galangan, fungsinya untuk mengubah data menjadi ilmu bagi pelaksana proyek. Pengelolaan pekerjaan memiliki fungsi utama yakni dapat menyelesaikan pekerjaan dengan tepat waktu maupun lebih cepat dari waktu yang ditentukan tanpa mengurangi mutu proyek.

Merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yaitu analisa *Network Planning* pada Kapal SPB TITAN 70, didapatkan

percepatan pekerjaan menjadi 32 hari yang sebelumnya direncanakan 42 hari [4]. Pada penelitian Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Menggunakan PERT dan CPM dengan Studi Kasus: Pembangunan Gedung di Ghana, didapatkan pengurangan durasi pekerjaan selama 39 hari yang sebelumnya direncanakan selama 79 hari [5]. Selain itu pada penelitian optimalisasi pekerjaan dengan metode critical path method pada reparasi KM. Berlin Nakroma didapatkan percepatan pekerjaan selama 8 hari, yang diestimasikan pekerjaan selesai dalam 31 hari menjadi 23 hari pekerjaan [6]. Pada penelitian yang lain, yaitu analisa network planning reparasi kapal KM. Tonasa Line sebelum pengoptimalan waktu pengerjaan membutuhkan waktu 30 hari dan setelah dilakukan analisa menggunakan metode Critical Path Method (CPM) didapatkan penyelesaian selama 22 hari [7]. Pada penelitian analisis penjadwalan dan biaya pembangunan KCR-60 (*missile boat*) milik TNI-AL dengan metode jaringan kerja, didapatkan durasi pekerjaan baru selama 363 hari yang sebelumnya direncanakan selama 414 hari [8]. Selain itu, pada penelitian *reschedule* reparasi kapal KN.KUMBA 470 DWT dengan *critical path method* di Galangan Semarang, didapatkan nilai diagram network mengalami kemajuan dari durasi awal 50 hari menjadi 41 hari untuk pekerjaan induk dengan adanya 12 lintasan kritis dan 42 hari untuk pekerjaan tambah dengan adanya 17 lintasan kritis [9].

Dari beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan terjadi pengurangan durasi pekerjaan sehingga didapatkan efisiensi waktu dan biaya yang harus dikeluarkan. Peran seorang pimpinan proyek menjadi faktor utama suatu proyek dapat terlaksana tepat waktu dan efektif. Seorang pimpinan proyek harus memiliki kemampuan yang mumpuni untuk memimpin sebuah proyek agar proyek tersebut dapat terintegrasi secara sistematis setiap bagiannya dan dapat dikerjakan lebih efisien [10].

Pada penelitian ini akan menganalisa penjadwalan ulang pada kapal MV. Awu untuk mempersingkat durasi pekerjaan serta mendapatkan produktivitas pekerjaan *replating* dan alokasi pendistribusian sumber daya pekerja agar merata pada setiap kegiatan proyek. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Critical Path Method* untuk mendapatkan jalur kritis di rangkaian pekerjaan reparasi kapal MV. Awu. Jalur kritis (*critical path*) merupakan pekerjaan yang tidak dapat terlambat dalam pekerjaannya, jika pekerjaan ini terlambat dapat menyebabkan mundurnya seluruh rangkaian pekerjaan.

## 2. METODE

### 2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini merupakan *main schedule* dari reparasi kapal MV. Awu milik PT. PELNI. Reparasi dilakukan di galangan Semarang. Kemudian data ini dianalisis dengan mengintegrasikan aktivitas kritis dengan metode *crashing* sehingga didapatkan durasi pekerjaan baru.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

No	Nama	Ukuran
1.	Dead Weight Ton	1405 Ton
2.	Length Over All	99,8 m
3.	Length of Perpendicular	90,5 m
4.	Breadth	18 m
5.	Draught	3,1 m
6.	Vs	10,4 knot
7.	Owner	PT. PELNI

### 2.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir ini dilakukan di galangan Semarang dengan langkah sebagai berikut:

1. Observasi : Dilakukan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan gambaran pekerjaan reparasi kapal yang juga berkaitan dengan data jumlah pekerja dan juga jam kerja.

2. Wawancara/Interview : Menyampaikan beberapa pertanyaan kepada pihak galangan yang terkait untuk memperoleh data yang diperlukan oleh peneliti..

### 2.3. Langkah-Langkah Menganalisis Data

*Critical Path Method* (CPM) memiliki fungsi untuk mendapatkan jalur kritis pekerjaan dari seluruh rangkaian kegiatan proyek. Jalur kritis sendiri merupakan kegiatan-kegiatan pekerjaan yang dalam keberlangsungannya tidak diperbolehkan untuk terlambat dari perencanaan awal, karena kegiatan tersebut tidak memiliki toleransi waktu untuk terlambat [11]. Kegiatan yang berada pada jalur kritis harus dikerjakan sesuai dengan durasi pekerjaan saat perencanaan atau akan lebih baik jika lebih cepat. Langkah-langkah dalam menganalisis data sebagai berikut:

1. *Main schedule* dari pihak galangan yang berupa *repair list* dikelompokkan ke dalam beberapa bidang pekerjaan sesuai sistematis *work breakdown structure* (WBS).

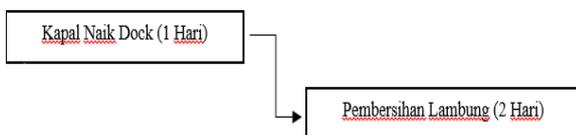
Selanjutnya data tersebut diinput ke dalam *Microsoft Project 2016*

2. Membuat *predecessor* dari setiap kegiatan pekerjaan sehingga didapatkan *Gantt Chart*, saat paling cepat pekerjaan dimulai (*Earliest Start*) dan saat paling cepat pekerjaan selesai dikerjakan (*Earliest Finish*).
3. Melakukan perhitungan mundur untuk mendapatkan saat paling lama kegiatan dimulai (*Latest Start*) dan saat paling lama pekerjaan selesai (*Latest Finish*) dari setiap kegiatan.
4. Jalur kritis (*Critical Path*) didapat dari jaringan kerja yang sudah dibuat dengan memperhitungkan jumlah *Slack Time*. Suatu kegiatan dapat dikatakan menjadi kegiatan kritis jika nilai *slack* sama dengan nol.
5. Menganalisis langkah yang akan dilakukan untuk mengantisipasi durasi seluruh pekerjaan tidak melampaui saat paling lama pekerjaan (*Latest Event Time*).
6. Melakukan *crashing* pada seluruh rangkaian pekerjaan. *Crashing* merupakan langkah-langkah yang dapat mempersingkat durasi suatu pekerjaan, dapat berupa penambahan jumlah pekerja, penambahan *shift* kerja tanpa melupakan aspek mutu pekerjaan.
7. Melakukan analisis terhadap sebaran tenaga kerja agar tidak terjadi *overallocated* pada setiap kegiatan. Untuk menghindari *overallocated* dapat dilakukan *levelling* pada setiap kegiatan.
8. Membandingkan biaya tenaga kerja (*manpower*) dari perencanaan sebelum dan sesudah penambahan tenaga kerja, serta penambahan dan pengurangan durasi kerja.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Penyusunan Urutan Pekerjaan

Penyusunan kegiatan dalam seluruh rangkaian pekerjaan proyek dilakukan berdasarkan *Work Breakdown Structure (WBS)*. Penyusunan kegiatan harus disusun secara sistematis dan berdasarkan *predecessors*.

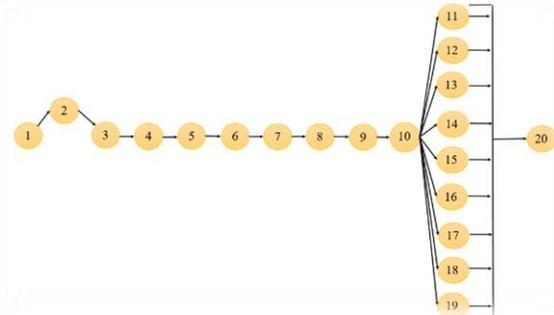


Gambar 1. Hubungan *Predecessor* Kapal Naik Dock dan Pembersihan Lambung.

### 3.2. Network Diagram

Network Diagram/Planning adalah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang saling bersangkutan [12].

Jika sudah didapatkan data urutan-urutan aktivitas pekerjaan, network diagram dapat dibuat seperti gambar 2.



Gambar 2. Network Diagram Jalur Kritis sebelum *crashing*

Tabel 2. Keterangan pada gambar 1

No	Task Name	Duration
1	Kapal Tunda	1 day
2	Arrival Meeting	1 day
3	Masuk Area Galangan	1 day
4	Kapal Naik Dock	1 day
5	Kapal Turun Dock	2 days
6	Pelayanan Penyaluran Listrik	20 days
7	Pelayanan Instalasi Untuk Pemadam	20 days
8	Pelayanan Penyaluran Petugas Pemadam	20 days
9	Pekerjaan Replating dan Hull Construction	18 days
10	Pelayanan Crane Service	15 days
11	Pelayanan Bak Sampah	19 days
12	Pelayanan MCK	20 days
13	Pelayanan Supply Air Tawar	2 days
14	Pembersihan Lambung	2 days
15	Scrapping	3 days
16	Cuci Air Tawar	2 days
17	Sandblasting	3 days
18	Pemasangan Zinc Anode	3 days
19	Pengecatan	5 days
20	Seatrial	1 day

Pada proyek reparasi kapal MV. Awu diketahui terdapat 20 kegiatan kritis dari total 62 kegiatan pekerjaan, dan direncanakan dapat selesai selama 20 hari kerja.

Jalur kritis merupakan lintasan yang berisi kegiatan-kegiatan kritis di dalamnya dan dalam aktualisasi di lapangan tidak diperbolehkan untuk terlambat diselesaikan.

### 3.3. Perhitungan Produktivitas

Perhitungan *mandays* merupakan satuan yang digunakan dalam menghitung biaya sumber daya manusia dalam penyelenggaraan suatu proyek [4]. Perhitungan produktivitas akan menitikberatkan pada pekerjaan replating dan pekerjaan di *hull construction*. Berdasarkan hasil wawancara terhadap pihak galangan, diketahui terdapat lima hari kerja dalam satu minggu, yaitu hari senin sampai jumat. Berikut perhitungan produktivitas pada pekerjaan *replating* dan *hull construction*

Tabel 3. Perhitungan produktivitas pada pekerjaan *replating* dan *hull construction*

Nama Pekerjaan	Bobot	Durasi	Pekerja	Produktivitas
Pemasangan Zinc Anode	340.6	3	4	28.38
Replating Lambung	13000	18	10	48.15
Replating Deck VIII	930.45	7	5	26.58
Replating Deck VII	543.26	4	5	27.16
Replating Deck VI	468.08	4	6	19.5
Replating Deck V	533.14	4	5	26.66
Replating Deck IV	1857.1	8	7	33.16
Replating Deck III	1389.3	7	7	28.35
Replating Deck II	682.06	5	5	27.28
Replating Deck I	1123.9	7	6	26.76
<b>Total Produktivitas</b>				<b>31.61</b>

Tabel 4. Perhitungan Biaya Pekerja Replating dan *Hull Construction*

No	Item	Hasil
1	Durasi	18 hari
2	Total Mandays	684 mandays
3	Biaya/orang	Rp. 140.000/hari
4	Biaya Total	Rp. 95.760.000

Perhitungan biaya pada pekerjaan *replating* dan *hull construction* sebelum dilakukan *crashing* didapatkan biaya total keseluruhan Rp. 95.760.000 dan mendapatkan harga produktivitas sebesar Rp. 4.560/kg setiap orangnya dalam satu hari.

### 3.4. Crashing Proyek

*Crashing* merupakan upaya yang dilakukan untuk mempersingkat atau memangkas durasi pekerjaan [12]. Dalam melakukan *crashing* dibutuhkan jalur kritis dari seluruh rangkaian pekerjaan, untuk mempermudah pengambilan keputusan tindakan *crashing* apa yang sesuai.

Hasil dari tindakan *crashing* adalah durasi, jalur kritis, dan juga produktivitas baru dari seluruh pekerjaan, yaitu sebagai berikut.

- Jalur Kritis

Jalur kritis merupakan suatu rangkaian kegiatan yang terdiri dari kegiatan atau pekerjaan yang pada saat pengerjaan tidak boleh terlambat.

Setelah dilakukan *crashing* pada proyek reparasi kapal MV. Awu didapatkan durasi baru pekerjaan selama 16 hari yang awalnya direncanakan dalam 20 hari kerja. Jalur kritis pada rangkaian pekerjaan juga berubah setelah dilakukan *crashing*, seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Jalur kritis setelah dilakukan *crashing*

No	Task Name	Duration
1	Kapal Tunda	1 day
2	Arrival Meeting	1 day
3	Masuk Area Galangan	1 day
4	Kapal Naik Dock	1 day
5	Kapal Turun Dock	1 day
6	Pelayanan Penyaluran Listrik	16 days
7	Pelayanan Instalasi Untuk Pemadam	16 days
8	Penyaluran Petugas Pemadam	16 days
9	Pekerjaan Replating dan Hull Construction	16 days
10	Pelayanan Crane Service	15 days
11	Pelayanan Bak Sampah	15 days
12	Pelayanan MCK	16 days
13	Pelayanan Supply Air Tawar	2 days
14	Pembersihan Lambung	2 days
15	Scrapping	2 days
16	Cuci Air Tawar	1 day
17	Sandblasting	2 days
18	Pemasangan Zinc Anode	2 days
19	Pengecatan	4 days
20	Overhaull Electromotor	2 days
21	Pengecekan Hydraulic	2 days
22	Pengecekan Compressor	3 days
23	Pekerjaan di Galley/Pantry	3 days
24	Sea Trial	1 day

Setelah dilakukan *crashing* terdapat penambahan kegiatan kritis, yang awalnya berjumlah 20 kegiatan menjadi 24 kegiatan kritis.

- Produktivitas Setelah *Crashing*

Perhitungan produktivitas hanya dilakukan pada pekerjaan *replating* dan *hull construction*, hal tersebut dilandasi dengan jumlah bobot pekerjaan yang tidak berubah (kilogram).

Tabel 6. Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Replating dan Hull Construction setelah Crashing

Nama Pekerjaan	Bobot	Durasi	Pekerja	Produktivitas
Pemasangan Zinc Anode	340.6	3	4	28.38
Replating Lambung	13000	16	15	54.17
Replating Deck VIII	930.45	6	7	22.15
Replating Deck VII	543.26	4	5	27.16
Replating Deck VI	468.08	4	6	19.5
Replating Deck V	533.14	4	5	26.66
Replating Deck IV	1857.1	7	9	29.48
Replating Deck III	1389.3	7	7	28.35
Replating Deck II	682.06	5	5	27.28
Replating Deck I	1123.9	6	7	26.76
<b>Total Produktivitas</b>				<b>28.99</b>

Tabel 7. Perhitungan Biaya Pekerjaan Replating dan Hull Construction setelah Crashing

No	Item	Hasil
1	Durasi	16 hari
2	Total Mandays Baru	769.5 mandays
3	Biaya/orang	Rp. 140.000/hari
4	Biaya Total	Rp. 107.730.000

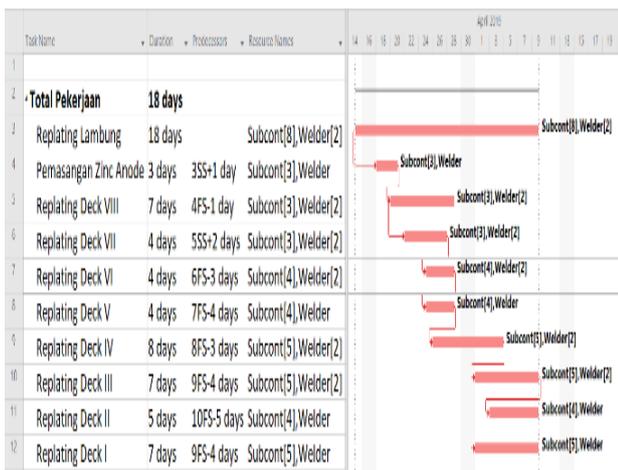
Setelah dilakukan *crashing* didapatkan percepatan durasi pekerjaan menjadi 16 hari yang awalnya direncanakan 18 hari. Percepatan durasi kerja ini juga berpengaruh dengan jumlah pekerja, terdapat penambahan 10 pekerja setelah proyek ini dilakukan *crashing*, menghasilkan biaya pekerjaan *replating* dan *hull construction* sebesar Rp. 107.730.000. Produktivitas pekerjaan 29kg/orang dalam satu hari, dan harga produktivitas sebesar Rp. 5.130/kg setiap orangnya.

Terjadi peningkatan biaya dalam pekerjaan *replating* dan *hull construction*, sebesar Rp. 9.170.000, atau jika dipresentasikan kenaikan biaya sebesar 9.34% dari biaya semula.

### 3.5. Penjadwalan Dengan Microsoft Project

Software yang digunakan oleh penulis dalam melaksanakan analisis data adalah *Microsoft Project 2016*. *Microsoft Project* adalah software yang digunakan untuk mengatur dan mengelola kegiatan-kegiatan pada suatu proyek [13].

Di dalam *Microsoft Project 2016* hanya diperlukan untuk menginput nama pekerja, durasi setiap kerja, dan *predecessors* dari setiap pekerjaan. Input data dari penjadwalan akan terbentuk diagram batang atau biasa dikenal dengan istilah *Gantt Chart*. Seluruh pekerjaan akan divisualisasikan pada bagian ini dengan setiap *predecessors* dan durasi pekerjaan.



Gambar 3. Gantt Chart Pada Microsoft Project

Pada gambar 3 terdapat grafik batang yang menunjukkan penjadwalan pekerjaan *replating* dan *hull construction* dengan urutan kegiatan yang telah ditentukan. Pada *gant chart* ini akan menjelaskan *resource graph* atau diagram tenaga kerja *replating* dan *hull construction*.

### 3.6. Pengalokasian Tenaga Kerja

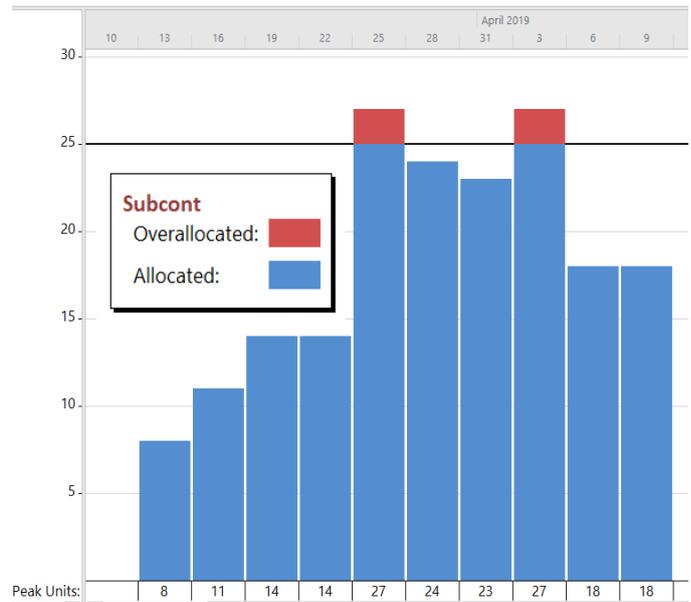
Pengalokasian tenaga kerja harus diperhatikan oleh kepala proyek dalam pengerjaan suatu proyek, fungsinya supaya tidak terjadi *overallocated* atau tidak meratanya alokasi tenaga kerja. Tidak meratanya tenaga kerja dalam pengerjaan suatu proyek tentu akan mengurangi produktivitas dari proyek tersebut. Berikut adalah kondisi alokasi tenaga kerja pada pekerjaan *replating* dan *hull construction* proyek reparasi kapal MV. Awu, sebelum dan sesudah *levelling*.

#### 3.6.1. Alokasi Tenaga Kerja Sebelum Levelling

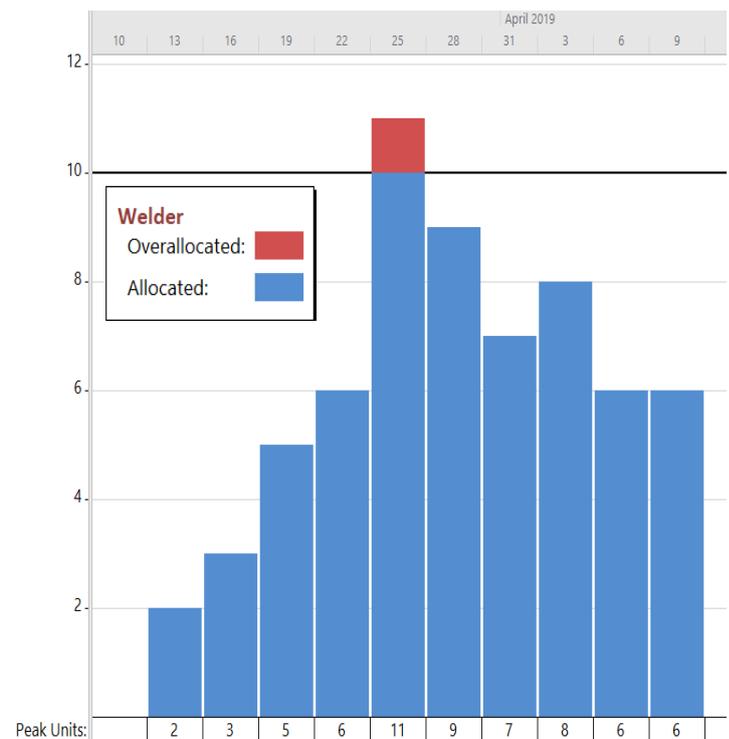
*Levelling* memiliki tujuan untuk memeratakan jumlah penggunaan *resource* tanpa

meningkatkan atau menambah durasi waktu kegiatan [14].

Dalam *Microsoft project 2016* dapat diketahui sebaran tenaga kerja di setiap kegiatan, sehingga seorang *project manager* dapat mengetahui pekerjaan mana yang mengalami *overallocated*.



Gambar 4. overallocated subcontractor sebelum dilakukan levelling



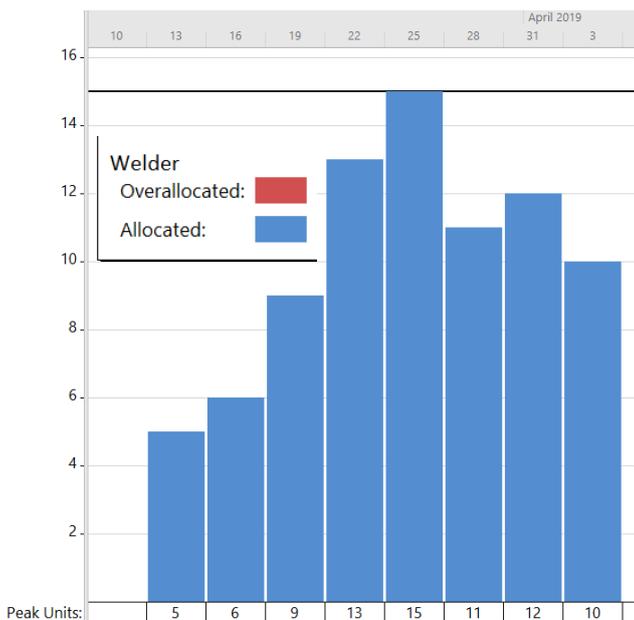
Gambar 5. overallocated welder sebelum dilakukan levelling

Pada grafik penyebaran tenaga kerja *replating* dan *hull construction* diketahui bahwa sumbu x menunjukkan tanggal kegiatan pekerjaan, dan sumbu y menunjukkan jumlah alokasi tenaga

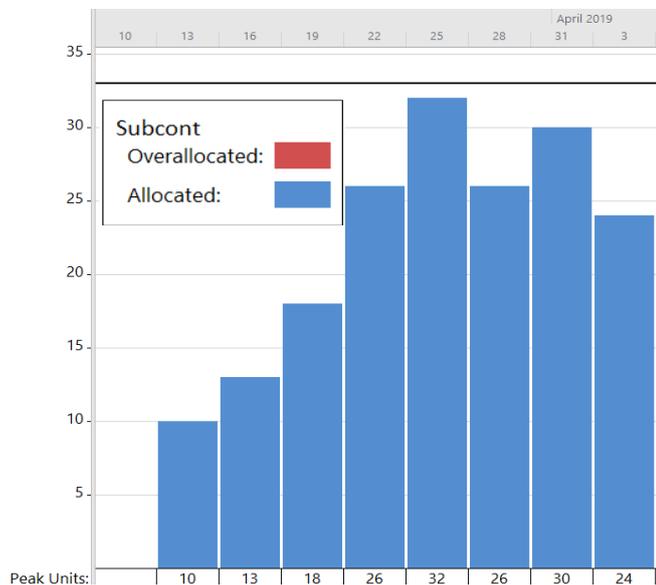
kerja di setiap kegiatan. Untuk mengetahui jumlah pekerja di setiap tanggal pekerjaan dapat dilihat dari keterangan *peaks units* dalam diagram. Pada gambar 4 dan 5 diketahui terjadi *overallocated* pada pengalokasian subkont sebesar 4 orang, sedangkan pada tenaga kerja *welder* terjadi *overallocated* sebesar 1 orang.

### 3.6.2. Alokasi Tenaga Kerja Setelah *Levelling*

Setelah dilakukan *levelling* untuk mengatasi beberapa pekerjaan yang terjadi penumpukkan sumber daya manusia, diagram batang yang menunjukkan pengalokasian tenaga kerja akan terbentuk secara merata dan juga tidak melebihi batas pekerja setiap harinya yaitu untuk subkonraktor sebanyak 33 orang dan untuk *welder* sebanyak 15 orang setiap harinya, seperti pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Pendistribusian Tenaga Kerja *Subcont* Setelah *Levelling*



Gambar 7. Pendistribusian Tenaga Kerja *Welder* Setelah *Levelling*

*Levelling* didapatkan dengan menambahkan tenaga kerja dalam pekerjaan *replating* dan *hull construction*. Penambahan pekerja sebanyak 10 orang. Merujuk pada penelitian analisis kritis kesehatan mental di antara konstruksi profesional proyek, menyatakan bahwasannya dengan jam kerja yang panjang, beban kerja berlebihan bertanggung jawab dengan kesehatan mental dan kualitas seseorang [15]. Penambahan tenaga kerja sebesar 10 orang dirasa relevan dengan peningkatan biaya sebesar 9,3%.

## 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diketahui jaringan kerja baru untuk mempersingkat durasi pekerjaan. Berdasarkan *network diagram* yang didapatkan dari galangan diketahui durasi 20 hari kerja dengan jumlah total pekerja 35 orang, serta 61 kegiatan pekerjaan. Setelah dilakukan *crashing*, diperkirakan terjadi pengurangan durasi kerja menjadi 16 hari dan penambahan tenaga kerja menjadi 55 orang. Penambahan tenaga kerja sebesar 20 orang diperhitungkan dapat memotong durasi pekerjaan reparasi kapal MV. Awu.

Setelah dilakukan analisis terhadap data *main schedule* dari pihak galangan, diketahui terdapat 61 aktivitas pekerjaan dengan 20 aktivitas kritis di dalamnya.

Untuk distribusi alokasi pekerja, dianalisis pada pekerjaan *replating* dan *hull construction*. Hal ini dilakukan karena pada pekerjaan *replating* dan *hull construction* memiliki satuan pekerjaan yang tetap (kilogram). Sebelum dilakukan *levelling* terjadi *overallocated* pekerja subkont sebesar 4 orang dan welder sebanyak 1 orang. Untuk produktivitas didapatkan hasil sebesar 31,61kg/orang dalam satu hari dan biaya produktivitas sebesar Rp. 4.560/kg. Setelah dilakukan *levelling* dengan penambahan jumlah tenaga kerja, didapatkan pendistribusian secara merata pada setiap tenaga kerja. Sedangkan, untuk beban produktivitas menurun menjadi 29kg/orang dalam satu hari, hal ini dikarenakan jumlah pekerja ditambah sebanyak 10 orang. Untuk biaya produktivitas meningkat menjadi Rp. 5.130/kg.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Rindo, "Teknik Produksi Kapal," *Buku Ajar, Jur. Tek. Perkapalan UNDIP Semarang*, 2011.
- [2] T. Ahola and A. Davies, "Insights for the governance of large projects: Analysis of organization theory and project management: Administering uncertainty in Norwegian offshore oil by Stinchcombe and Heimer," *Int. J. Manag. Proj. Bus.*, vol. 5, no. 4, pp. 661–679, 2012.
- [3] S. Howick, F. Ackermann, C. Eden, and T. Williams, "Understanding the causes and consequences of disruption and delay in complex projects: how system dynamics can help," 2009.
- [4] G. Regatama, W. Amiruddin, and I. P. Mulyatno, "Analisis Network Planning Reparasi Kapal SPB TITAN 70 Dengan Metode Critical Path Method," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, 2019.
- [5] W. Agyei, "Project planning and scheduling using PERT and CPM techniques with linear programming: case study," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 4, no. 8, pp. 222–227, 2015.
- [6] S. Wahyu Sriningsih, "ANALISA NETWORK PLANNING REPARASI KM BERLIN NAKROMA DENGAN METODE CPM UNTUK MENGANTISIPASI KETERLAMBATAN PENYELESAIAN REPARASI KAPAL DI PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 02, 2016.
- [7] S. Anggriawan, "ANALISA NETWORK PLANNING REPARASI KM TONASA LINE VIII DENGAN METODE CPM UNTUK MENGANTISIPASI KETERLAMBATAN PENYELESAIAN REPARASI (Studi Kasus di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya)," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 03, 2015.
- [8] A. Ahmadi, S. Suparno, O. S. Suharyo, and A. D. Susanto, "Time Scheduling And Cost Of The Indonesian Navy Ship Development Project Using Network Diagram And Earned Value Method (Evm)(Case Study Of Fast Missile Boat Development)," *J. ASRO-STTAL*, vol. 9, no. 2, pp. 87–106, 2018.
- [9] Y. T. Andhani, I. P. Mulyatno, and others, "Reschedule Reparasi Kapal KN. KUMBA 470 DWT Dengan Critical Path Method Di Galangan Semarang," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [10] M. A. Ekemen and H. \cSe\cSen, "Dataset on social capital and knowledge integration in project management," *Data Br.*, vol. 29, p. 105233, 2020.
- [11] I. Soeharto, "Manajemen Proyek Dari Konseptual Operasional," *Penerbit Erlangga, Jakarta*, 1999.
- [12] T. H. Ali, *Prinsip-prinsip Network Planning*. Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- [13] Z. Zulfikram, A. Muhyi, and T. Riyadhsyah, "RENCANA WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PENINGKATAN JALAN ISKANDAR MUDA DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI MICROSOFT PROJECT 2016," *J. Sipil Sains Terap.*, vol. 1, no. 03, 2019.
- [14] R. Waluyo and S. Aditama, "Pengaruh Resources Leveling Terhadap Alokasi Tenaga Kerja pada Proyek Konstruksi," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 21, no. 2, 2017.
- [15] B. Tijani, J. Xiaohua, and R. Osei-Kyei, "Critical analysis of mental health research among construction project professionals," *J. Eng. Des. Technol.*, 2020.