

## OPTIMALISASI PENJADWALAN PERBAIKAN KAPAL DI PT X PADA PROYEK Y DENGAN *CRITICAL PATH METHOD*

<sup>1</sup>M. Husin A. Ari, <sup>2</sup>Akmal Suryadi

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri

UPN Veteran Jawa Timur

[22032010134@student.upnjatim.ac.id](mailto:22032010134@student.upnjatim.ac.id)

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri

UPN Veteran Jawa Timur

[akmal.suryadi65@gmail.com](mailto:akmal.suryadi65@gmail.com)

### Article history:

Received 1th of December, 2024

Revised 6th of December, 2024

Accepted 12th of December, 2024

### Abstract

*In the shipyard industry, the results of work often differ from the initial plans, including in the scheduling of ship repairs. Therefore, a method is needed to optimize the planning of shipyard projects. One approach used is network planning or network diagrams, which serve to determine the critical path (CP) of the tasks being performed. This method facilitates work network planning and identifies tasks that are part of the critical path. This study aims to identify the critical path of the broken-down tasks and to calculate labor acceleration, resource allocation, and the required costs. This method is applied to optimize the ship repair schedule at PT X for Project Y using the Critical Path Method (CPM) supported by Microsoft Project. In the bottom hull area, the initial work duration of 7 days was reduced to 5 days after crashing. The productivity calculation focuses on the bottom hull area, as this task has a clear and fixed unit of measurement, namely m<sup>2</sup>. The research results show that the productivity index before crashing was 18 m<sup>2</sup>/person per day, with a productivity cost of Rp. 4,166.67/m<sup>2</sup>/person. After adding 2 workers, the distribution of labor became more even, although the productivity per person decreased to 15.12 m<sup>2</sup>/person per day. The productivity cost also increased to Rp. 4,960.31/m<sup>2</sup>/person.*

**Keywords:** *Crashing, Critical Path Method, Microsoft Project and Ship Repair.*

## Pendahuluan

Industri perkapalan merupakan salah satu sektor penting dalam transportasi laut dan perekonomian global. Di Indonesia, sebagai negara kepulauan, peran ini semakin krusial karena berbagai kebutuhan logistik dan distribusi barang mengandalkan kapal sebagai sarana transportasi utama. Kapal ialah kendaraan yang berada di air dengan berbagai jenis dan bentuk, digerakkan oleh tenaga mekanik, energi lainnya, atau dengan cara ditarik, termasuk alat apung dan bangunan terapung [1]. Pengoperasian kapal membutuhkan sistem yang baik karena berbagai masalah teknis dapat mengganggu pelayaran dan layanan transportasi laut [2]. Perbaikan kapal merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat dihindari karena jika diabaikan dapat menimbulkan dampak serius yang berpotensi mengganggu kelancaran operasional. Oleh karena itu, optimalisasi penggunaan waktu perbaikan kapal secara tahunan menjadi suatu hal yang esensial. Dalam mendukung pembangunan sektor maritim, industri galangan kapal menjadi elemen utama yang berperan sebagai penunjang transportasi laut. Industri ini bertanggung jawab atas penyediaan kapal sebagai sarana transportasi serta pemeliharaan dan perbaikan kapal yang diperlukan dalam pengembangan kemaritiman. Seiring dengan kemajuan teknologi, proses produksi kapal menuntut setiap galangan untuk melakukan evaluasi terhadap sistem yang telah diterapkan. Pada pelaksanaan proyek pembangunan kapal baru maupun reparasi kapal, efisiensi dan ketepatan waktu dalam pelaksanaan kerja menjadi aspek yang sangat krusial untuk dipenuhi [3]. Kecepatan penyelesaian proyek menjadi salah satu indikator utama kinerja galangan, karena berpengaruh langsung terhadap kepuasan pelanggan dan keberlanjutan kerja sama di masa depan [4].

Dalam industri perkapalan, penjadwalan proyek reparasi kapal memegang peranan yang sangat penting. Reparasi atau perbaikan kapal merupakan kegiatan rutin yang dilakukan secara berkala untuk memeriksa dan memastikan kondisi kapal tetap sesuai standar, dengan jadwal yang telah ditetapkan berdasarkan aturan klasifikasi untuk setiap kapal. Pada proses ini, tidak hanya pengalokasian waktu yang diperhitungkan, tetapi juga berbagai keterbatasan lainnya untuk memastikan bahwa penyelesaian proyek dapat dicapai secara optimal [5]. Perbaikan yang dilaksanakan di galangan kapal membutuhkan penjadwalan sebagai pedoman utama dalam menjalankan tugas-tugas yang telah

direncanakan. Penjadwalan ini memuat informasi penting, seperti rincian pekerjaan, tenaga kerja yang dibutuhkan (*manpower*), durasi pelaksanaan, volume pekerjaan, serta satuan pekerjaan yang digunakan. Keberadaan *main schedule* membantu memastikan setiap tahapan reparasi dapat berlangsung secara terorganisir, efisien, dan sesuai target waktu [6]. *Main schedule* ini berperan sebagai acuan utama yang memuat seluruh informasi penting mengenai pekerjaan yang harus diselesaikan pada setiap tahap perbaikan. Di dalamnya, tercantum secara detail urutan aktivitas yang harus dilakukan, alokasi tenaga kerja, durasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas, volume pekerjaan, serta satuan yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Dengan *main schedule* yang terstruktur, proses perbaikan dapat dikelola lebih baik, meminimalisir risiko keterlambatan, dan memastikan bahwa seluruh pekerjaan berjalan sesuai rencana.

Perusahaan perkapalan dan galangan kapal seperti PT X memegang tanggung jawab besar dalam memastikan bahwa kapal-kapal tersebut beroperasi dengan aman dan efisien. Salah satu aspek penting dalam operasional galangan kapal adalah penjadwalan perbaikan kapal secara optimal, yang berpengaruh langsung pada waktu penyelesaian proyek dan efisiensi biaya. Dalam pelaksanaan proyek, sering kali terdapat risiko keterlambatan, sehingga diperlukan percepatan durasi kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah tenaga kerja dan jam kerja baru sebagai upaya untuk mengurangi keterlambatan pekerjaan. Untuk mempercepat proses reparasi kapal, diperlukan optimasi penjadwalan dengan menerapkan metode yang efektif dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penjadwalan proyek reparasi adalah *Critical Path Method* (CPM) [7]. Metode *Critical Path Method* (CPM) dapat diterapkan untuk menganalisis dan mengatasi permasalahan dalam penjadwalan proyek reparasi kapal. Metode ini memungkinkan estimasi jadwal yang ekonomis dan optimal dengan mempertimbangkan hubungan antara durasi dan biaya setiap komponen pekerjaan [8]. Dalam penelitian ini, proyek reparasi kapal difokuskan pada beberapa kegiatan utama, yaitu pergantian sistem propulsi kapal, pengecatan, *sandblasting*, serta perbaikan *outfitting* yang sudah tidak berfungsi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji jadwal reparasi kapal pada proyek Y yang telah disusun oleh pihak galangan. Pendekatan yang digunakan adalah metode *Critical Path* (CP) dan dibantu *software Microsoft Project*, yang memungkinkan identifikasi jalur-jalur kritis dalam *schedule*. Melalui metode ini, penelitian akan menentukan aktivitas mana saja yang memiliki prioritas tinggi dan membutuhkan alokasi sumber daya lebih besar agar tidak terjadi keterlambatan.

## Metode Penelitian

### Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah reparasi kapal pada proyek Y yang dilaksanakan oleh PT X yang berpusat di Indonesia. Data yang didapatkan akan dianalisis menggunakan *Critical Path Method* dan *network planning* untuk mengoptimalkan lama pengerjaan dan mempercepat penyelesaian proyek.

**Tabel 1. Ukuran Kapal pada Proyek Y**

Ukuran Kapal	Nilai
Panjang Total	32 meter
Panjang Tegak Lurus	27,5 meter
Lebar	8,4 meter
Draft	4,7 meter
<i>Gross Tonage</i>	283 GT
Kecepatan	13,2 knts

Kapal proyek Y merupakan kapal *tugboat* dengan panjang 32 meter dan memiliki lebar sebesar 8,4 meter, detail ukuran Kapal dapat dilihat pada tabel 1. Dalam penelitian ini, digunakan metode

*Critical Path* untuk menganalisis jalur kritis dan *network planning* guna mempersingkat lama pengerjaan.

### **Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan pada tanggal 2-17 September 2024 di PT X. Terdapat dua jenis pengumpulan data, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan langsung di PT X untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai pekerjaan yang sedang dilakukan. Sementara itu, pengumpulan data sekunder dilakukan dengan wawancara langsung bersama kepala proyek untuk memperoleh data yang lebih valid dan mendalam mengenai proyek yang diteliti.

Data yang diperoleh dari PT. X digunakan dalam menganalisis jadwal awal proyek yang memiliki durasi 19 hari kerja sesuai dengan kontrak. Selanjutnya, dilakukan penjadwalan ulang menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) yang dikenal dengan konsep jalur kritis (*Critical Path*), yaitu rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang yang menentukan waktu penyelesaian proyek tercepat, dengan bantuan Microsoft Project 2019 untuk menghasilkan jadwal yang lebih optimal [9]. Langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah durasi 19 hari pada jadwal awal dapat dipersingkat demi meningkatkan efisiensi. Selain itu, dilakukan perbandingan antara biaya tenaga kerja pada jadwal awal dengan biaya setelah percepatan jadwal, untuk mengidentifikasi potensi penghematan dan efisiensi biaya.

### **Tahap Pengolahan Data**

Dalam penelitian ini, metode *Critical Path* digunakan untuk mengolah data terkait optimalisasi jadwal perbaikan pada proyek kapal Y di PT X. Proses pengolahan data dimulai dengan analisis jadwal menggunakan Microsoft Project, yang memungkinkan penyusunan jadwal proyek secara lebih efisien dan sesuai dengan kondisi galangan, sehingga durasi pelaksanaan dapat diperpendek secara optimal. Selanjutnya, dilakukan analisis pengolahan data *network diagram* untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan kritis, serta menentukan waktu tercepat (EET) dan terlama (LET) dari setiap *event* untuk mengetahui *slack* yang ada. Proses ini juga menghasilkan jalur kritis yang diperlukan untuk pemantauan lebih lanjut. Kemudian, analisis *network diagram* rencana penjadwalan digunakan untuk menyusun urutan pekerjaan yang lebih terstruktur dan untuk memastikan durasi pekerjaan tetap sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan, baik dalam kondisi keterlambatan maupun percepatan. Analisis produktivitas juga dilakukan dengan menghitung nilai produktivitas tenaga kerja, yaitu dengan membagi total volume reparasi dengan total *manpower* untuk mengukur efisiensi tenaga kerja yang terlibat. Terakhir, analisis pengalokasian tenaga kerja dilakukan dengan memanfaatkan Microsoft Project untuk memastikan bahwa tenaga kerja dialokasikan dengan tepat, guna mencegah terjadinya kelebihan beban kerja (*overallocation*).

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **Breakdown Setiap Pekerjaan**

Langkah awal adalah dengan melakukan identifikasi dan pengelompokan pekerjaan berdasarkan jenis serta lokasi pengerjaan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mempermudah proses penjadwalan menggunakan Microsoft Project, sekaligus memudahkan dalam menentukan durasi setiap pekerjaan. Dengan demikian, produktivitas pengerjaan dapat dihitung secara lebih efektif.

#### **Analisis Critical Path dan Network Diagram**

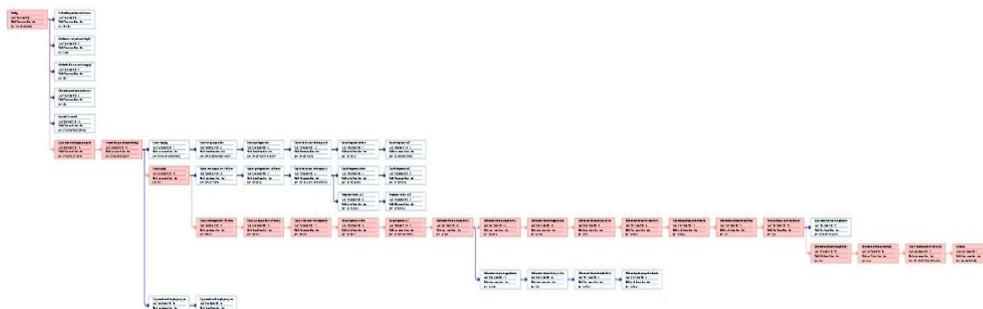
*Critical Path Method* (CPM) adalah metode analisis yang digunakan untuk merancang alur suatu proyek, dengan memperkirakan waktu yang diperlukan untuk setiap kegiatan dalam proyek tersebut

[10]. Dalam metode ini, setiap aktivitas diperkirakan durasi waktunya, dan urutan kegiatan tersebut disusun untuk menentukan jalur terpanjang yang harus dilalui agar proyek dapat selesai tepat waktu [11]. *Critical Path* atau jalur kritis merupakan rangkaian kegiatan yang harus diselesaikan tepat waktu karena setiap keterlambatan pada jalur ini akan memengaruhi pekerjaan lainnya, yang pada akhirnya dapat menyebabkan keterlambatan pada seluruh proyek. Tabel 2 menunjukkan *Critical Path* dalam pengerjaan reparasi proyek kapal Y sebelum diterapkannya *crashing*.

**Tabel 2. Lama Pengerjaan pada *Critical Path* sebelum *crashing***

Nama	Durasi
<i>Docking</i>	1
<i>Undocking</i>	1
<i>Bottop</i> Pengecatan <i>plimsoll mark</i> ka/ki, <i>water line</i> , <i>ship name</i> dan tanda <i>draft</i> ka/ki.	1
<i>Bottop</i> Skraping	1
<i>Bottop Sweep Vappour blast</i> (70% luasan)	1
<i>Bottop Spot Vappour blast</i> (30% luasan)	1
<i>Bottop</i> Cuci air tawar selesai vappour blast	1
<i>Bottop</i> Pengecatan 1x Primer	1
<i>Bottop</i> Pengecatan 2x AF	2
Dilaksanakan Pekerjaan Bongkar <i>Lower Gear</i>	1
Dilaksanakan Pekerjaan Bongkar <i>Lower Gear</i> (Schotel SRP 503)	1
Dilaksanakan Pekerjaan Penggantian baut pengikat M24 x 90 mm ( <i>material by Owner</i> )	1
Dilaksanakan Pekerjaan <i>Blasting Cort Nozzle</i> .	1
Dilaksanakan Pekerjaan Perbaikan Pin <i>PintleCord Nozzle</i>	1
Dilaksanakan pekerjaan pembersihan dan polishing daun propeller 4 daun	1
B/p perancah untuk bongkar pasang zink anode skeg uk. 5 x 2 x 2m	1
Perancah dorong untuk <i>vapour blasting</i> dan <i>waterline</i> uk. 6 x 2 x 2m	1
Dilaksanakan <i>machining housing bushing kort nozzle</i> dan <i>lower gear</i> kanan kiri	1
Pasang <i>bushing kort nozzle</i> dan <i>lower gear</i> ka/ki	1
Dilaksanakan <i>grinding bushing pintle kort nozzle</i> ka/ki	1
Dilaksanakan pembuatan <i>pintle</i> ka/ki	1

*Network diagram* adalah representasi visual berupa sketsa yang menggambarkan alur pekerjaan dalam sebuah proyek, termasuk jalur kritis dari awal hingga akhir pekerjaan. Diagram ini berfungsi sebagai alat untuk merencanakan, mengontrol, dan memantau kemajuan proyek.



**Gambar 1. *Network Diagram* Reparasi Proyek Kapal Y**

Alur pekerjaan proyek dapat dilihat pada Gambar 1, yang menggambarkan urutan-urutan pekerjaan pada jalur kritis dan non-kritis. Pada proyek reparasi kapal Y ini, terdapat 46 pekerjaan yang harus diselesaikan. Dari jumlah tersebut, 21 pekerjaan berada pada jalur kritis, yang ditandai dengan warna

merah, sementara 25 pekerjaan lainnya berada pada jalur non-kritis, yang ditandai dengan warna biru.

### Perhitungan Produktivitas

Perhitungan tenaga kerja (*manpower*) merupakan bagian penting dari perencanaan sumber daya untuk memastikan pekerjaan proyek dapat dilaksanakan sesuai daftar tugas yang telah ditentukan. *Manpower* dalam proyek merupakan proses dan aktivitas yang dilakukan oleh para pegawai/karyawan untuk memastikan bahwa orang tepat berada pada tempat dan waktu yang tepat sehingga menjadi kekuatan untuk mencapai tujuan proyek [12]. *Manpower* adalah satuan yang umum digunakan untuk mengukur biaya dalam proyek, yang menunjukkan jumlah total tenaga kerja yang dibutuhkan dalam satu hari kerja. Melalui perhitungan ini, jumlah tenaga kerja yang diperlukan dapat dihitung agar distribusi tenaga kerja merata. Fokus perhitungan ini adalah pada pekerjaan di area *bottop hull*, karena area tersebut termasuk dalam *Critical Path* dan memiliki satuan pekerjaan tetap, sehingga memungkinkan dilakukan perhitungan yang lebih tepat. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan ini adalah hari kerja berlangsung tanpa libur selama 19 hari, dengan waktu kerja harian sebesar 8 jam, yaitu dari pukul 08.00 hingga 17.00 WIB.

**Tabel 3. Pekerjaan Area Bottop Hull**

Nama	Luas
<i>Bottop Skraping</i>	42 m <sup>2</sup>
<i>Bottop Sweep Vappour blast (70% luasan)</i>	29 m <sup>2</sup>
<i>Bottop Spot Vappour blast (30% luasan)</i>	13 m <sup>2</sup>
<i>Bottop Cuci air tawar selesai vappour blast</i>	42 m <sup>2</sup>
<i>Bottop Pengecatan 1x Primer</i>	126 m <sup>2</sup>
<i>Bottop Pengecatan 2x AF</i>	126 m <sup>2</sup>
<b>Total Volume</b>	<b>378 m<sup>2</sup></b>

Pekerjaan pada area *bottop hull* dilakukan secara bertahap, sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 3. Tahapan pekerjaan dimulai dengan proses skraping yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran atau lapisan lama pada permukaan kapal. Setelah itu, pekerjaan dilanjutkan dengan *blasting* untuk membersihkan permukaan dan memberikan kekasaran yang diperlukan untuk pengecatan. Tahapan terakhir adalah *painting*, yang dilakukan untuk melindungi permukaan kapal dari korosi dan memberikan tampilan estetik yang lebih baik.

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Area Bottop Hull Sebelum Crashing**

Nama	Ket.
Volume Reparasi	378 m <sup>2</sup>
Jumlah Tenaga Kerja	3 pekerja
Lama Pengerjaan	7 hari
Total <i>Manpower</i>	21 hari
Biaya Pekerja	Rp. 75.000 per hari
Total Cost Pekerja	Rp. 1.575.000
Indeks Produktivitas	18 m <sup>2</sup> /orang
Biaya Produktivitas	Rp. 4166,67 / m <sup>2</sup>

Perhitungan ini difokuskan pada area *bottop hull* karena berada di jalur kritis dan pekerjaan *crashing*. Dalam reparasi proyek kapal Y, pengerjaan dilakukan setiap hari dengan jam kerja 8 jam per hari, dimulai pukul 08.00 WIB hingga 17.00 WIB, serta terdapat istirahat selama satu jam dari pukul 12.00 WIB hingga 13.00 WIB. Jumlah pekerja yang terlibat adalah 3 orang. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4, sebelum dilakukannya *crashing* dan penambahan pekerja, total biaya pekerjaan adalah Rp. 1.575.000, dengan produktivitas 18 m<sup>2</sup>/orang dan biaya produktivitas sebesar Rp. 4.166,67 per m<sup>2</sup>.

### **Perhitungan Setelah Crashing**

*Crashing* merupakan kegiatan yang dilakukan secara sengaja untuk mengevaluasi semua kegiatan, dengan fokus utama pada kegiatan di *critical path* [13]. Proses ini memerlukan analisis yang cermat terhadap jalur kritis dan diagram jaringan proyek untuk menyusun penjadwalan yang lebih efektif. Terdapat beberapa metode dalam *crashing*, seperti menambah tenaga kerja, menggunakan alat berat tambahan, atau memperpanjang jam kerja dengan lembur. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga harus dipilih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pekerjaan yang akan di-*crash*.

Dalam penelitian proyek kapal Y, proses *crashing* dengan menambah 2 tenaga kerja untuk mempercepat penyelesaian salah satu pekerjaan di jalur kritis menjadi 5 hari. Pekerjaan yang dimaksud ialah pekerjaan pada area *bottop hull* yang awalnya direncanakan selesai dalam 7 hari dipercepat menjadi 5 hari dengan penambahan 2 tenaga kerja. Jumlah pekerja yang semula 3 orang meningkat menjadi 5 orang untuk mendukung percepatan penyelesaian pekerjaan.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Produktivitas Pekerjaan Area *Bottop Hull* Setelah *Crashing***

<b>Nama</b>	<b>Keterangan</b>
Volume Reparasi	378 m <sup>2</sup>
Jumlah Tenaga Kerja	5 pekerja
Lama Pengerjaan	5 hari
Total <i>Manpower</i>	25 hari
Biaya Pekerja	Rp. 75.000 per hari
Total Cost Pekerja	Rp. 1.875.000
Indeks Produktivitas	15,12 m <sup>2</sup> /orang
Biaya Produktivitas	Rp. 4960,31 / m <sup>2</sup>

Berdasarkan hasil perhitungan *manpower* sebelum dan sesudah dilakukan percepatan (*crashing*), diketahui bahwa dengan 3 pekerja dalam durasi 7 hari, total biaya pekerja adalah Rp 1.575.000. Setelah dilakukan percepatan dengan menambah jumlah pekerja menjadi 5 orang, durasi pengerjaan berkurang menjadi 5 hari, namun total biaya meningkat menjadi Rp 1.875.000. Dengan demikian, terjadi kenaikan biaya sebesar Rp. 300.000, atau setara dengan peningkatan 19% dari biaya awal, untuk pekerjaan area *bottop hull*.

### **Scheduling Menggunakan Microsoft Project**

Berdasarkan data yang didapatkan, *scheduling* proyek awalnya disusun secara manual menggunakan Microsoft Excel, namun metode ini memiliki kekurangan, yaitu kurang efisien dan menyulitkan dalam pengaturan pekerja. Untuk mengatasi hal ini, penulis memilih menggunakan Microsoft Project 2019 untuk menyusun jadwal dan mengalokasikan tenaga kerja. Dengan *software* ini, penjadwalan menjadi lebih efisien, karena hanya perlu menginput pekerjaan, durasi, serta *predecessors* masing-masing pekerjaan [14]. Setelah itu, *Gantt chart* akan terhubung otomatis dan alokasi pekerja dihitung secara otomatis, memudahkan pengelolaan proyek dengan cara yang lebih terstruktur dan akurat.

Langkah awal dalam penggunaan Microsoft Project yaitu dengan melakukan penyusunan daftar pekerjaan dari awal hingga akhir, menentukan lama waktu setiap pekerjaan, dan kemudian menentukan *predecessors* untuk setiap tugas. *Scheduling* dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis, dan setelah semua data lama waktu kegiatan dimasukkan, Microsoft Project akan secara otomatis menentukan tanggal mulai dan berakhir setiap tugas. Hasil dari penjadwalan ini mencakup *Gantt chart*, *network diagram*, dan *resource diagram*, yang memberikan gambaran visual mengenai alur pekerjaan, keterkaitan antar tugas, serta alokasi sumber daya yang dibutuhkan dalam proyek [15].

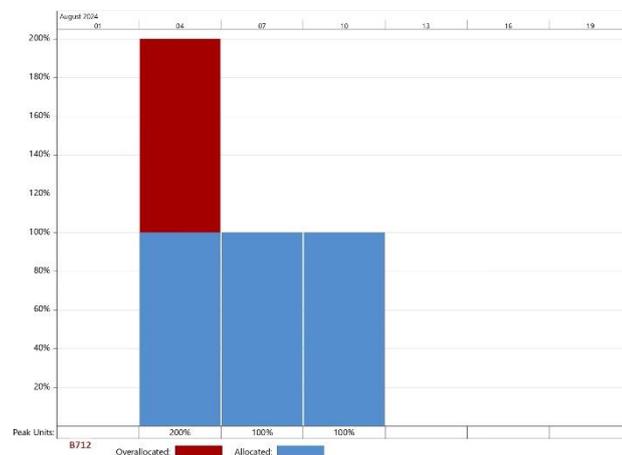
## Alokasi Tenaga Kerja

Sumber daya manusia adalah faktor kunci yang dapat mempengaruhi kelancaran suatu proyek. Keterlambatan seringkali terjadi akibat ketidakseimbangan dalam distribusi tenaga kerja saat penjadwalan. Jika terdapat kelebihan atau kekurangan tenaga kerja, efisiensi pengerjaan proyek akan terganggu. Oleh karena itu, penting untuk mendistribusikan tenaga kerja secara merata. Jika distribusi tenaga kerja tidak seimbang, solusi yang dapat diambil adalah dengan melakukan *levelling*, yaitu penyesuaian alokasi tenaga kerja agar beban kerja dapat tersebar secara lebih seimbang, sehingga proyek dapat diselesaikan lebih efisien dan sesuai dengan jadwal yang ditentukan.

*Levelling* adalah metode yang diterapkan untuk mengatasi tumpang tindih pekerjaan atau konflik dalam alokasi tenaga kerja, dengan cara mendistribusikan ulang kegiatan yang mengalami kelebihan pekerja. Teknik *levelling* menyelesaikan proyek/pekerjaan tanpa sumber daya tambahan [16].

## Sebelum Dilakukan *Levelling* dan Penambahan Pekerja

Sebelum dilakukan *levelling*, penyebaran pekerja pada pekerja B712 mengalami *overallocated*, yaitu alokasi pekerja yang berlebihan. Berikut adalah grafik tenaga kerja tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 2.

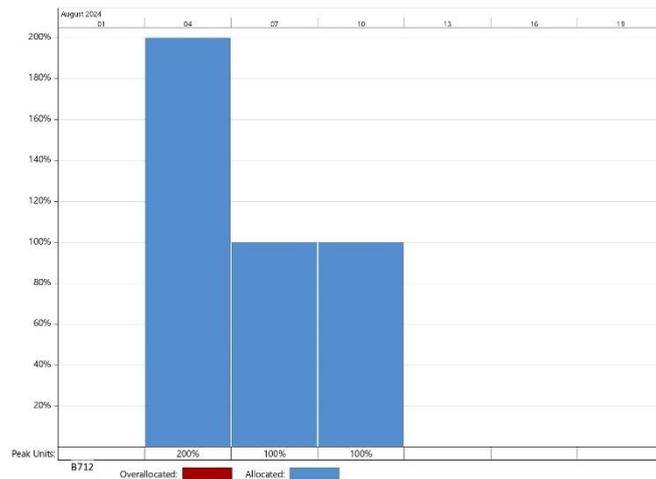


**Gambar 2. Tenaga Kerja Sebelum *Levelling***

Pada grafik penyebaran tenaga kerja untuk pekerja B712, dalam sisi horizontal menunjukkan tanggal kegiatan, sedangkan pada sisi vertikal menunjukkan persentase jam kerja yang digunakan oleh tenaga kerja. Setiap bar pada grafik mewakili satu hari kerja, dengan masing-masing bar setara dengan 8 jam kerja. Terdapat bagian yang dilingkari berwarna merah, yang menunjukkan bahwa alokasi tenaga kerja melebihi kapasitas yang tersedia, menandakan adanya *overallocated*. Untuk melihat jumlah persentase jam kerja harian yang digunakan, terdapat pada bagian *peaks units* pada diagram. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa terjadi *overallocated* pada alokasi tenaga kerja pekerja B712 sebesar 200% pada tanggal 4 Agustus 2024. Pada grafik tersebut, ada dua skala waktu yang digunakan, yaitu setiap 3 hari dengan 8 jam kerja tiap harinya.

## Setelah Dilakukan *Levelling* dan Penambahan Pekerja

Setelah dilakukan *levelling* dan penambahan 2 pekerja, menunjukkan bahwasanya tidak terdapat *overallocated* pada penyebaran pekerja B712, berikut pada gambar 3 adalah grafik tenaga kerja setelah dilakukan *levelling* dan penambahan tenaga kerja.



**Gambar 3. Tenaga Kerja Setelah *Levelling***

Grafik tersebut menunjukkan bahwa jumlah pekerja yang diperlukan setiap hari tetap berada dalam kapasitas yang tersedia, sehingga tidak terjadi kelebihan pekerja pada pekerjaan B712. Skala waktu yang digunakan pada grafik di Gambar 3 sama dengan Gambar 2, yaitu dengan interval setiap 3 hari dan durasi kerja 8 jam per hari. Hal ini mengindikasikan bahwa alokasi tenaga kerja telah didistribusikan dengan baik, tanpa adanya *overallocated*, sehingga pekerjaan dapat berjalan lancar tanpa penumpukan pekerja.

### Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh *network diagram* yang dapat mengurangi total lama perbaikan proyek kapal Y. Dengan menggunakan data awal, durasi pengerjaan reparasi kapal Y adalah 19 hari kerja dengan total 46 pekerjaan. Setelah dilakukannya *crashing* dengan menambahkan pekerja pada beberapa kegiatan tertentu, durasi proyek dapat dipersingkat menjadi 17 hari, yang mengurangi 2 hari dari durasi awal.

Pada data awal, diketahui bahwa 21 pekerjaan dari total 46 pekerjaan berada pada *critical path* atau jalur kritis. Perhitungan produktivitas difokuskan pada pekerjaan di area *bottom hull*, karena pekerjaan ini merupakan bagian dari *critical path* dengan satuan volume yang tetap. Sebelum dilakukan percepatan (*crashing*), total biaya tenaga kerja untuk area *bottom hull* adalah Rp 1.575.000, dengan indeks produktivitas sebesar 18 m<sup>2</sup>/orang dan biaya produktivitas sebesar Rp 4.166,67/m<sup>2</sup>.

Setelah dilakukan *crashing* pada pekerjaan area *bottom hull*, dengan durasi awal 7 hari yang dipercepat menjadi 5 hari dengan penambahan pekerja dari 3 orang menjadi 5 orang, total biaya tenaga kerja meningkat menjadi Rp. 1.875.000. Indeks produktivitas turun menjadi 15,12 m<sup>2</sup>/orang, dengan biaya produktivitas sebesar Rp. 4.960,31/m<sup>2</sup>. Kenaikan biaya pada pekerjaan area *bottom hull* adalah sebesar Rp. 300.000, atau meningkat 19% dari biaya awal.

### Daftar Pustaka

- [1] Mudiyanto, *Manajemen Kapal*. 2020. [Online]. Available: [http://siladikti.hangtuah.ac.id/filesila/MUDIYANTO\\_PDP/BK.AJAR\\_MANAJEMEN\\_KAPAL-MUDIYANTO.pdf](http://siladikti.hangtuah.ac.id/filesila/MUDIYANTO_PDP/BK.AJAR_MANAJEMEN_KAPAL-MUDIYANTO.pdf)
- [2] A. Khamdilah, S. Erliyana, and P. B. Akpelni, "Upaya Kesiapan Manajemen Jasa Perbaikan Terhadap Pelayanan Perbaikan Sistem Otomatisasi Kontrol Kapal," *J. Sains Teknol. Transp. Marit.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–30, 2021.
- [3] M. R. M. Istiqomah, I. P. Mulyatno, S. J. Sisworo, E. S. Hadi, K. Kiryanto, and O. Mursid, "Penjadwalan Ulang Kapal Reparasi Tb. Patra Tunda 3001 Dengan Metode Jalur Kritis," *J. Teknol. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 12, no. 2, pp. 161–174, 2022, doi: 10.24319/jtpk.12.161-174.
- [4] M. Adrian, A. Maulana, and M. Basuki, "Analisis Pengaruh Jumlah Jam Orang (Man Hour) terhadap Tingkat Produktivitas Galangan Kapal di Surabaya," *Ocean Eng. J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 2, no. 3, pp. 175–

- 184, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/ocean/article/view/1184>
- [5] N. Saputra, E. Handayani, and A. Dwiretnani, “Analisa Penjadwalan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) Studi Kasus Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Abdul Manap Kota Jambi,” *J. Talent. Sipil*, vol. 4, no. 1, p. 44, 2021, doi: 10.33087/talentsipil.v4i1.48.
- [6] I. F. Zanri, A. W. B. Santosa, and I. P. Mulyatno, “Optimalisasi Penjadwalan Ulang Perbaikan Kapal Hiu Macan Tutul 02 dengan Menggunakan Metode CPM,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 11, no. 1, pp. 72–78, 2023.
- [7] L. O. Oktafiana and I. Baroroh, “Comparative Analysis of CPM, PDM and PERT Methods in Ship Repair Scheduling Planning KN. RB 309 Ternate 01,” *Berk. Sainstek*, vol. 10, no. 3, p. 162, 2022, doi: 10.19184/bst.v10i3.32479.
- [8] I. I. Soeharto, *Manajemen Proyek (Konseptual hingga Operasional)*. 1999. doi: 10.3938/jkps.60.674.
- [9] A. F. Z. Muhammad Fahmy Fakhrija, Imam Pujo Mulyatno, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro Network Planning Dan Critical Path Method,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 435–442, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [10] Siti, R. Maulida, P. Mulyatno, and O. Mursid, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Optimalisasi Repair Schedule Dengan Metode Critical Chain Project Management Guna Mempercepat Pengerjaan Repair Pada KM Srikandi Line 767 DWT,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 11, no. 1, pp. 90–96, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [11] P. Napitupulu and Y. Lubis, “Perencanaan Durasi Waktu Pembangunan Rumah Type 70,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 60–65, 2022, doi: 10.30743/jtsip.v1i1.5778.
- [12] U. P. Noviyani and I. Setiawan, “Strategi MSDM Terhadap Kualitas Kerja: Optimalisasi Pelatihan Kerja, Manpower Plan, Dan Job Specification di PT. Panasonic Gobel Energy Indonesia (PECGI) Divisi Laser Coin,” *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 11637–11650, 2023.
- [13] A. Zuhriyah and W. Oetomo, “Analisis Percepatan Waktu Dengan Metode Fast Track Dan Crashing Pada Proyek Pt Graynenda Putra Karya,” *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, p. 341, 2022, doi: 10.31602/jk.v5i1.7563.
- [14] K. Fajar Adha, Imam Pujo Mulyatno, “Optimalisasi Repair Schedule KN Panah P.207 Dengan Critical Path Method Guna Mempercepat Pengerjaan Repair,” *Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 3, pp. 314–323, 2021.
- [15] H. A. Rani, “Manajemen Proyek Konstruksi,” in *Deepublish*, Deepublish, 2016, p. 99. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/316081639\\_Manajemen\\_Proyek\\_Konstruksi](https://www.researchgate.net/publication/316081639_Manajemen_Proyek_Konstruksi)
- [16] I. Puspitorini and S. Bayu Adhi, “Penerapan Resource Allocation dan Levelling tenaga Kerja Pada Proyek Konveksi,” *J. Minfo Polgan*, vol. 12, no. 2, pp. 2728–2735, 2021, doi: 10.33395/jmp.v12i2.13359.