

# RANCANG BANGUN APLIKASI PENJADWALAN TAMBAT KAPAL PADA PT BERLIAN JASA TERMINAL INDONESIA (PT BJTI) SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TABU SEARCH*

Mochamad Rifai Idris<sup>1)</sup> Sulistiowati<sup>2)</sup> Tegar Heru Susilo<sup>3)</sup>

S1/Jurusan Sistem Informasi

Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

email: 1) inoreds@gmail.com, 2) sulist@stikom.edu, 3) tegarheru@stikom.edu

## **Abstract:**

*PT Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT BJTI) is a subsidiary of PT Pelabuhan Indonesia III (PELINDO III). One of the services of PT BJTI is operate the dock of berlian for a vessel. Scheduling process conducted by PT BERLIAN JASA TERMINAL INDONESIA ( PT BJTI) have some problem that sometimes raises during the berthing process, because the use of the area slot for the berthing process is not optimal. The purpose of word is not optimal mean that there are too wide distance between the ship, causing many empty dock area at the time of scheduling berthing vessel. This problem will affect the mount of the vessel that can be berth.*

*To solve this problem, we need a berth vessel scheduling application to optimize the using of berth area. Therefore, in this case study, we built berth vessel scheduling applications. This application is built by implementing the Tabu Search method.*

*Based on the result of the test case that have been done, it can be concluded that the applications that have been built in this case study has been able to optimize the using of berth area. This can be seen in the increase amount of the space area around 31.36% after using the application of this research. Additionally, time availability of berth area also increased by 8 hours up faster than before. From the the amount of the increase can be concluded that the application of berth vessel scheduling with Tabu Search method is able to optimize the use of berth area so as to maximize the number of vessels mooring.*

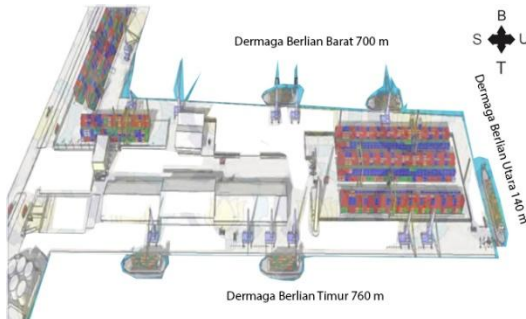
**Keywords :** *Berth Scheduling, Tabu Search, Berth Vessel, Berth Allocation Problem (BAP), Berth Scheudling Problem (BSP).*

PT Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT BJTI) merupakan anak perusahaan dari PT Pelabuhan Indonesia III (PELINDO III). Perusahaan yang didirikan sejak tahun 2002 ini dipercaya oleh PT PELINDO untuk mengeperasikan dermaga Berlian yang ada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Dermaga Berlian merupakan salah satu dari lima dermaga yang ada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Lima dermaga tersebut adalah dermaga Jamrud, Nilam, Mirah, Berlian dan Kalimas. Salah satu

layanan atau bidang usaha dari PT BJTI adalah mengoperasikan dermaga Berlian untuk tempat tambat kapal baik internasional, domestik, maupun curah kering.

Dalam mengoperasikan dermaga Berlian, selama ini PT BJTI selalu melakukan proses perencanaan penjadwalan tambat kapal untuk menentukan posisi tempat tambat kapal. Proses penentuan tambat kapal tersebut berdasarkan perhitungan panjang kapal, banyaknya bongkar muat muatan dan posisi

tempat tambat kapal yang tersedia (masih kosong). Maksud dari posisi tempat tambat kapal adalah posisi kade meter (antara meter ke n sampai meter ke n), dan posisi dermaga (barat, timur atau utara), yang diperlihatkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Terminal Berlian Tanjung Perak (Sumber: PT BJTI)

Proses penjadwalan tambat kapal dimulai dengan adanya permohonan tambat kapal yang diajukan oleh pihak pelayaran (pemilik kapal) kepada PT BJTI. Permohonan tempat tambat kapal yang berupa *form* tersebut nantinya akan ditumpuk dan dijadikan satu dengan permohonan tambat kapal dari pihak pelayaran lain. Daftar antrian (*form* permohonan tambat kapal) yang sudah ditampung, selanjutnya akan diproses untuk menentukan kapan dan dimana kapal tersebut bisa tambat. Proses penentuan tersebut dilakukan dengan cara menghitung panjang kapal yang akan tambat, banyaknya muatan yang akan (dibongkar atau dimuat), kemampuan dan kecepatan mesin Harbour Mobile Crane (HMC) dalam hal pemrosesan bongkar muat setiap satu jam dan ruang dermaga yang tersedia dengan menggunakan alat penghitung (kalkulator). Pihak BJTI melihat area dermaga yang dapat diisi oleh kapal yang akan tambat berdasarkan gambar tambat sebelumnya yang telah disimpan dalam format *excel (xls)*.

Dari proses penentuan tambat tersebut, muncul permasalahan berupa penggunaan area dermaga yang belum optimal. Maksud dari penggunaan area dermaga yang belum optimal adalah terdapatnya jarak yang terlalu lebar antar kapal sehingga menimbulkan banyaknya area dermaga yang kosong pada waktu penjadwalan tambat kapal. Permasalahan ini akan berdampak pada minimnya jumlah kapal yang tambat.

Penggunaan area dermaga yang belum optimal tersebut juga berdampak pada penjadwalan tambat kapal secara keseluruhan. Padahal di sisi lain, permintaan tambat kapal selalu meningkat dalam tiga tahun terakhir, dimana setiap harinya terdapat sekitar delapan sampai sepuluh permintaan tambat kapal yang mempunyai waktu tambat sekitar satu sampai tiga hari. Data permintaan tambat kapal dari tahun 2011 sampai 2013 pada PT BJTI di dermaga Berlian dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Permintaan Tambat Kapal di Dermaga Berlian Tanjung Perak (Sumber: PT BJTI)

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah aplikasi penjadwalan tambat kapal. Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan aplikasi penjadwalan tambat kapal menggunakan *Tabu Search*, dimana penjadwalan ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan area dermaga sehingga dapat memaksimalkan jumlah kapal yang tambat.

**Batasan Masalah**

Batasan-batasan dari aplikasi yang dibahas dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas masalah yang disebabkan oleh kondisi eksternal perusahaan, seperti kendala cuaca, kapal tiba-tiba mengalami kerusakan dan harus diperbaiki.
2. Proses penjadwalan dilakukan satu kali dalam satu hari.
3. Jenis pelabuhan yang digunakan adalah jenis pelabuhan barang.

4. Jenis kapal yang tambat adalah jenis kapal kargo (barang).
5. Jenis tambatan adalah bertipe *continuous berths*.
6. Kapasitas mesin HMC dalam melakukan proses bongkar muat adalah 15 *box* dalam 1 jam.

3.  $ak$  : Perkiraan waktu kedatangan kapal  $k$
4.  $dk$  : Perkiraan waktu kapal  $k$  berangkat (dimana  $dk \geq ak + pk$ )
5.  $fk$  : Denda keterlambatan kapal  $k$
6.  $bk$  : Rencana posisi tambat kapal  $k$
7.  $tk$  : Waktu tambat kapal  $k$
8.  $ck$  : Waktu tercepat kapal  $k$  dapat berangkat ( $tk + pk$ )

**Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah yang ada, tujuan dari tugas akhir ini adalah menghasilkan rancang bangun aplikasi penjadwalan tambat kapal menggunakan *Tabu Search* untuk mengoptimalkan penggunaan area dermaga.

**LANDASAN TEORI**

**Penjadwalan Tambat Kapal**

Penjadwalan tambat kapal adalah proses pengalokasian ruang dermaga untuk kapal-kapal yang ada di terminal atau pelabuhan. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, penjadwalan tambat kapal mempunyai dua istilah penelitian yakni *Berth Allocation Problem* (BAP) dan *Berth Scheduling Problem* (BSP). Menurut Golias, dkk (2009:879) *Berth Allocation Problem* atau juga dikenal sebagai *Berth Scheduling Problem* merupakan masalah *NP-Complete* dalam penelitian operasional mengenai alokasi ruang dermaga untuk kapal di terminal petikemas. Kapal yang selalu datang dari waktu ke waktu perlu ditempatkan oleh operator terminal ke tempat berlabuh untuk dilayani dalam hal proses bongkar muat. Dalam penjadwalan tambat, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu: *estimated time arrival* (ETA), panjang kapal, dan kedalaman air. Selain itu faktor *first-come-first-served* (FCFS) juga perlu diperhatikan (Lee & Chen, 2008:1)

**Tambat**

Tambat adalah pelayanan yang diberikan oleh pelabuhan setempat untuk kapal yang melakukan ikat tali di dermaga. Tambat perlu dilakukan oleh kapal agar bisa melakukan kegiatan operasionalnya seperti bongkar/muat.

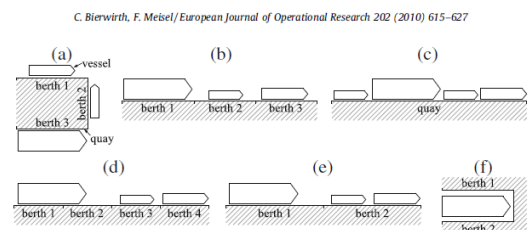
Menurut Aykagan (2008: 20), ada beberapa hal / variabel yang perlu diperhatikan dalam proses penambatan kapal.

1.  $hk$  : Panjang kapal  $k$  beserta jarak aman kapal ketika tambat
2.  $pk$  : Waktu pemrosesan kapal  $k$

**Klasifikasi Ruang Tambat**

Klasifikasi ruang tambat menurut Bierwirth & Meisel (2010: 616):

1. *Discrete layout*: dermaga dibagi menjadi beberapa bagian area tambat. Pada jenis tambatan ini, hanya satu kapal yang dapat bersandar pada masing-masing area tambat (satu area tambat hanya untuk satu kapal) dalam satu waktu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 Klasifikasi *Layout* Tambat bagian b. Dengan kata lain setiap kapal mempunyai area tambatan sendiri-sendiri.
2. *Continuous layout*: tidak ada pembagian pada dermaga seperti pada tambatan jenis *discrete*. Setiap kapal dapat bersandar dimanapun dan kapanpun seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 Klasifikasi *Layout* Tambat bagian bagian c. Ruang tambat seperti ini lebih rumit dibandingkan dengan ruang tambat jenis *discrete*.
3. *Hybrid layout*: sama seperti ruang tambat jenis *discrete*, ruang tambat jenis ini dibagi menjadi beberapa bagian, tetapi kapal yang lebih besar dapat menempati lebih dari satu area tambatan dan kapal yang lebih kecil berbagai area tambatan dengan kapal lain. *Layout* ini bisa dilihat pada Gambar 3 Klasifikasi *Layout* Tambat bagian d.



Gambar 3. Klasifikasi *Layout* Tambat (Sumber: Bierwirth & Meisel, 2010 : 617)

**Pengertian Tabu Search**

Menurut Suyanto (2010: 135), *Tabu Search* adalah suatu metode optimasi matematis yang termasuk ke dalam kelas *local search*.

Menurut Glover (1990: 74), *Tabu search* merupakan sebuah prosedur *heuristic* “tingkat tinggi” untuk memecahkan masalah optimalisasi. Glover juga mengatakan dalam bukunya yang lain, *Tabu Search* telah mencapai keberhasilan yang luar biasa dalam memecahkan masalah praktek optimasi, dan berbagai aplikasi yang berkembang pesat diberbagai bidang seperti manajemen sumber daya, proses desain, logistik, perencanaan teknologi dan optimalisasi kombinasi secara umum (Glover, 1990 : 1).

### **Penerapan *Tabu Search* pada Penjadwalan Tambat Kapal**

Terdapat banyak penelitian dan jurnal tentang penggunaan metode untuk menyelesaikan masalah tentang penjadwalan tambat kapal atau *Berth Allocation Problem* (BAP). Metode-metode yang digunakan dalam beberapa jurnal tersebut antara lain adalah *Genetic Algorithm*, *Simulated Annealing* dan *Tabu Search*. Ketiga algoritma tersebut memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing dalam penyelesaian masalah penjadwalan tambat kapal.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Aykagan (2008: 17), algoritma *Simulated Annealing* hanya ditujukan untuk menyelesaikan tambat kapal tidak lebih dari tujuh kapal. Hal ini dikarenakan bahwa algoritma *Simulated Annealing* hanya bisa berjalan optimal apabila kapal yang diproses tidak lebih dari tujuh kapal. Begitu juga penggunaan *Genetic Algorithm*, algoritma ini ditujukan untuk menyelesaikan masalah tambat kapal dengan jenis *discrete berths*.

Masih dalam penelitian yang sama, Aykagan (2008: 161). Aykagan menyebutkan bahwa algoritma *Tabu Search* berjalan optimal ketika menyelesaikan masalah jadwal tambat kapal yang bertipe *continuous berths* dengan jumlah tambatan sekitar dua puluh sampai tiga puluh kapal. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma *Tabu Search* memiliki keunggulan dibandingkan *Genetic Algorithm* dan algoritma *Simulated Annealing* dalam penyelesaian masalah jadwal tambat kapal. Apabila penjadwalan tambat kapal tersebut memiliki kondisi tambatan bertipe *continuous berths* dan jumlah kapal lebih dari tujuh.

### **PERANCANGAN**

### **Perancangan *Flowchart Tabu Search***

*Flow chart tabu search* ini dimulai dari pengambilan data *plotting* dari database, jumlah perulangan (proses) yang akan dilakukan tergantung dari jumlah data *plotting* yang akan diambil. Setelah itu proses akan dilanjutkan dengan pencarian ruang dermaga yang tersedia di masing-masing posisi dermaga beserta penentuan solusinya.

Pencarian ruang dermaga akan dimulai dengan mengambil data kapal yang sedang tambat / sandar dan mengeliminasi kapal yang sudah tambat berdasarkan waktu kapal baru yang akan tambat (ETA) dari database, data kapal (posisi kade meter) yang telah diambil tersebut akan menentukan dimana saja ruang kosong yang tersedia.

Setelah didapatkan beberapa ruang kosong, maka langkah selanjutnya adalah memilah-milah ruang kosong mana yang memenuhi kriteria kapal yang akan tambat. Ruang-ruang kosong tersebut akan dipilah-pilah dengan syarat,

$$\text{LOA (Panjang kapal)} + 14 \leq (\text{meter akhir} - \text{meter awal})$$

Penjelasan dari syarat diatas adalah sebagai berikut

1. Ruang dermaga (dalam meter) yang tersedia harus lebih besar sama dengan keseluruhan panjang kapal (LOA) yang telah ditambah 14 meter.
2. Jumlah 14 meter didapatkan dari penjumlahan jarak minimum antar kapal sebelum dan sesudah.
3. Jarak minimum antar kapal adalah 7 meter.

Apabila sudah didapatkan solusi dengan syarat yang telah ditentukan, langkah selanjutnya adalah membandingkan solusi tersebut dengan solusi yang sebelumnya, guna mendapatkan solusi yang paling minimum. Apabila solusi baru mempunyai nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan solusi lama maka nilai dari solusi lama akan diganti dengan nilai dari solusi baru.

Apabila sudah didapatkan solusi dari masing-masing dermaga, alur *flowchart* ini akan kembali pada *flowchart* bagian pertama, dimana pada bagian ini akan membandingkan solusi yang dihasilkan dari setiap dermaga, yaitu dengan mencari nilai yang paling minimum. Apabila solusi minimum telah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung lama waktu pemrosesan tambat kapal. Penentuan lama

waktu pemrosesan tambat kapal tersebut mempunyai rumus sebagai berikut.

```

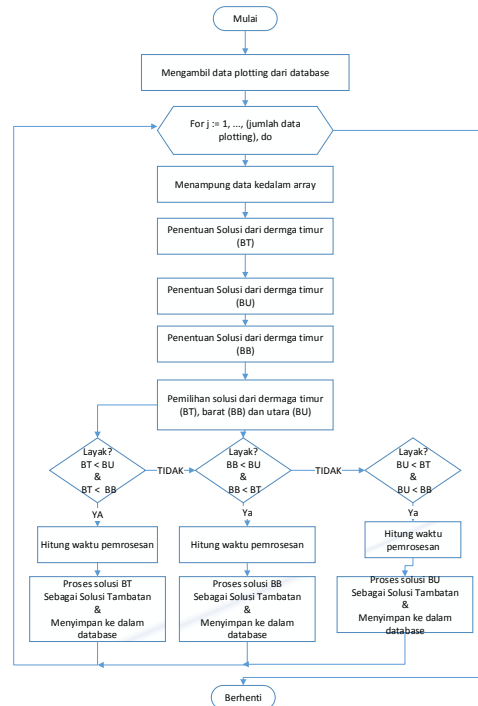
Setmal = (jumlah bongkar + muat) / 15
Set = 6;
Sz = 0;
While (Sz < 1)
{
  If (Setmal <= Set)
  {
    $proses = Set;
    Sz = 1;
  }
  Set = Set + 6;
}
    
```

Gambar 4. Rumus perhitungan pembulatan etmal

Penjelasan dari rumus penentuan lama waktu pemrosesan adalah sebagai berikut,

1. Pemrosesan tambat kapal dihitung dengan satuan etmal, dimana 1 etmal adalah 24 jam
2. Jumlah bongkar dan jumlah muatan kapal akan ditambah untuk mendapatkan keseluruhan jumlah bongkar muat, setelah itu keseluruhan jumlah bongkar muat tersebut dibagi dengan 15.
3. Angka 15 ini merupakan kemampuan mesin hmc dalam memindahkan box / teus setiap jam nya.
4. Setelah itu waktu pemrosesan yang telah didapatkan akan dibulatkan berdasarkan aturan pemerintah tentang lama waktu tambatan kapal dengan fungsi perulangan.
5. Pemrosesan yang memakan waktu dibawah 6 jam akan dibulatkan menjadi 6 jam (1/4 etmal), pemrosesan yang memakan waktu diatas 6 jam sampai 12 jam akan dibulatkan menjadi 12 jam (1/2 etmal), pemakaian diatas 12 jam sampai 18 jam akan dibulatkan menjadi 18 jam (3/4 etmal), pemakaian diatas 18 jam sampai 24 jam akan dibulatkan menjadi 24 jam (1etmal), pemakaian diatas 24 jam akan dihitung berdasarkan rumus pembulatan sebelumnya.

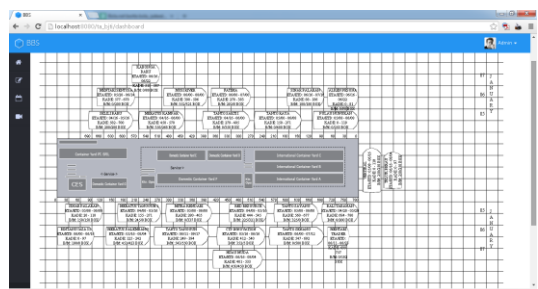
Setelah lama waktu pemrosesan telah didapatkan langkah selanjutnya adalah menyimpan hasil solusi ke dalam database, dan algoritma akan kembali ke posisi awal untuk memproses kapal yang akan tambat selanjutnya, langkah ini akan diulangi dan berhenti sampai data kapal terakhir yang akan tambat.



Gambar 5. Flowchart Tabu Search Penjadwalan Tambat Kapal

**Hasil Output dari Perancangan Flowchart**

Berikut ini merupakan hasil *output* dari perancangan *flowchart tabu search* yang telah diimplementasikan pada aplikasi penjadwalan tambat kapal.

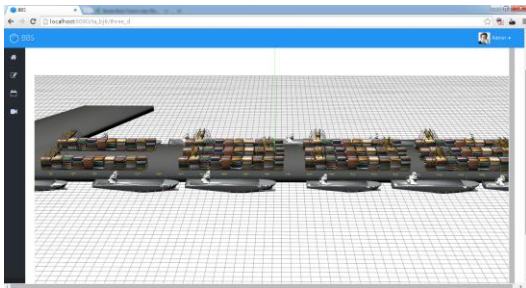


Gambar 6. Hasil Output Penjadwalan Berupa Map 2D

	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	
	SINAR PALARAN ETA/ETD: 05/08 - 06/00 KADE: 20 - 118 B/M: 150/150 BOX			MERATUS TANGGUH ETA/ETD: 04/00 - 05/16 KADE: 155 - 271 B/M: 245/0 BOX			MITRA KENDARI ETA/ETD: 05/08 - 06/08 KADE: 280 - 405 B/M: 0/337 BOX								
	BINTANG JASA 3 ETA/ETD: 06/00 - 06/18 KADE: 0 - 97 B/M: 190/0 BOX			MERATUS PALEMBANG ETA/ETD: 05/16 - 08/04 KADE: 125 - 242 B/M: 452/423 BOX			TANTO TANGGUH ETA/ETD: 06/11 - 09/17 KADE: 249 - 394 B/M: 543/550 BOX								



Gambar 7. Output Penjadwalan Berupa Map 2D



Gambar 8. Hasil Output Penjadwalan Berupa Map 3D

**PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN**

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dihasilkan dua kesimpulan, yaitu

1. Metode *tabu search* yang diterapkan pada aplikasi penjadwalan tambat kapal sudah berjalan seperti yang diharapkan. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengujian fungsional yang dilakukan dengan dua cara, dimana kedua cara tersebut menghasilkan data yang sama.

Tabel 1. Hasil Pemrosesan Manual

<b>Nama kapal</b>	: KM. CTP INNOVATION
<b>ETA</b>	: 10 Desember 2014, 16:00
<b>ETD</b>	: 11 Desember 2014, 16:00
<b>LOA</b>	: 128 Meter
<b>Bongkar/Muat</b>	: 325/5 Box
<b>Kade Meter</b>	: 412 – 540
<b>Posisi</b>	: Berlian Timur

Tabel 2. Hasil Pemrosesan dengan Aplikasi

<b>Nama kapal</b>	: KM. CTP INNOVATION
<b>ETA</b>	: 10 Desember 2014, 16:00
<b>ETD</b>	: 11 Desember 2014, 16:00

<b>Bongkar/Muat</b>	: 325/5 Box
<b>Kade Meter</b>	: 412 – 540
<b>Posisi</b>	: Berlian Timur

2. Aplikasi penjadwalan tambat kapal yang telah dibangun pada penelitian ini telah mampu mengoptimalkan penggunaan area dermaga. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengujian data yang telah dilakukan. Berikut ini merupakan hasil dari perbandingan antara penjadwalan manual dengan penjadwalan hasil aplikasi

Tabel 3. Hasil Penjadwalan Manual (Tanggal 19 November 2014)

Posisi	Tanggal	Jam	Kade	Luas
BT	20-Nov-14	16:00	462-537	75
BT	20-Nov-14	16:00	0-130	130
BB	20-Nov-14	16:00	0-124	124
BB	20-Nov-14	16:00	570-700	130
<b>Total</b>				<b>459</b>

Tabel 4. Hasil Penjadwalan dngan Aplikasi (Tanggal 19 November 2014)

Posisi	Tanggal	Jam	Kade	Luas
BB	20-Nov-14	0:00	557-665	108
BB	20-Nov-14	16:00	630-700	70
BT	20-Nov-14	16:00	665-780	115
BT	20-Nov-14	18:00	503-630	127
BB	20-Nov-14	18:00	189-442	253
<b>Total</b>				<b>673</b>

Tabel 5 Hasil Penjadwalan Manual (Tanggal 20 Desember 2014)

Posisi	Tanggal	Jam	Kade	Luas
--------	---------	-----	------	------

BT	11-Des-14	8:00	0-154	154
BT	11-Des-14	16:00	400-780	380
			<b>Total</b>	<b>534</b>

Tabel 6. Hasil Penjadwalan dengan Aplikasi (Tanggal 20 Desember 2014)

Posisi	Tanggal	Jam	Kade	Luas
BT	11-Des-14	0:00	425-577	154
BT	11-Des-14	8:00	0-278	278
BB	11-Des-14	14:00	577-700	123
BB	11-Des-14	16:00	482-547	65
			<b>Total</b>	<b>620</b>

## KESIMPULAN & SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa

1. Aplikasi penjadwalan tambat kapal menggunakan *Tabu Search* yang telah dibangun ini telah mampu mengoptimalkan penggunaan area dermaga. Hal ini terlihat pada peningkatan jumlah ruang sekitar 31.36% atau sekitar dua kapal dengan ukuran sedang (100-120) meter setelah menggunakan penjadwalan tambat kapal ini.
2. Peningkatan juga terlihat pada sisi waktu ketersediaan ruang dermaga yang lebih cepat daripada sebelumnya, dimana waktu ketersediaan ruang dermaga meningkat menjadi 12 jam lebih cepat daripada sebelumnya. Peningkatan waktu ketersediaan ini cukup berpengaruh pada penggunaan area dermaga dan jumlah kapal yang tambat, karena dengan waktu ketersediaan yang mencapai 12 jam bisa melayani kapal tambat dengan waktu pemrosesan 1/2 etmal atau 1-12 Jam. Selain itu, kesempatan untuk menerima dan melayani kapal yang akan tambat pada rentang waktu tersebut (12 jam) menjadi lebih besar.

### Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi ini di masa depan, yaitu:

1. Penambahan faktor mesin *Liebherr Harbor Mobile* (LHM) dan *HMC Harbor Mobile Crane* (HMC) secara dinamis pada penjadwalan tambat kapal tersebut .
2. Jenis kapal yang digunakan tidak terpaku hanya kapal cargo saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aykagan. (2008). *Berth and Quay Crane Scheduling Problems, Model and Solution Methods*. Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- Bierwirth, C., & Meisel, F. (2010). A survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals. *European Journal of Operational Research* 202, 615-627.
- Glover, F. (1990). *Tabu Search: A Tutorial*. *Interfaces*, 74-94.
- Suyanto. (2010). *Algoritma Optimasi Deterministik atau Probabilistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mihalis M. Goliass, M. B. (2009). Berth scheduling by customer service differentiation. *Transportation Research Part E*, 878-892.
- Yusin Lee, C.-Y. C. (2008). An optimization heuristic for the berth scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 1-9.