

Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Tambat Kapal Berbasis *Website* pada PT. Terminal Teluk Lamong (PT. TTL) Surabaya menggunakan Metode *Tabu Search*

Rakha Fikri Ramadhan¹, Dedy Rahman Prehanto²

^{1,2} Program Studi Sisrem Informasi, Universitas Negeri Surabaya

¹rakha.17051214007@mhs.unesa.ac.id

²dedyrahman@unesa.ac.id

Abstrak -- PT. Terminal Teluk Lamong (PT. TTL) merupakan anak perusahaan dari PT. Pelabuhan Indonesia III Persero (PELINDO III), bergerak di bidang jasa kepelabuhan. Pada proses perencanaan jadwal tambat kapal, PT. TTL masih menggunakan cara manual, yaitu dengan bantuan Ms. Excel untuk mengolah data. Pada proses perencanaan tersebut, muncul permasalahan berupa kurang optimalnya penggunaan dermaga yaitu adanya jarak yang terlalu lebar antarkapal yang menyebabkan banyak area dermaga yang kosong pada saat proses penjadwalan. Permasalahan seperti ini akan berdampak terhadap minimnya jumlah kapal yang akan bersandar pada dermaga PT. TTL. Harapan dari adanya penelitian ini adalah membangun sistem penjadwalan tambat kapal dengan menerapkan metode *Tabu Search* guna mengoptimalkan penggunaan area dermaga. Metode *tabu search* bekerja hampir mirip dengan pencarian lokal dalam suatu area namun metode ini menambahkan susunan pengecualian yang dinamakan *tabu list*. Dengan adanya *tabu list* maka pencarian tidak akan tertahan pada satu titik. Dimana pencarian lokal akan berhenti jika sudah menemukan solusi tanpa melanjutkan untuk mencari pada titik lain. Hasil penelitian menyatakan bahwa metode *tabu search* yang diterapkan pada sistem ini telah mampu mengoptimalkan area dermaga dengan peningkatan jumlah ruang sekitar 29% atau sekitar 2 kapal dengan ukuran besar (150 – 200) meter.

Kata Kunci— Penjadwalan, Tambat Kapal, Optimasi Dermaga, *Tabu Search*, Sistem

I. PENDAHULUAN

PT. Terminal Teluk Lamong (PT. TTL) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang merupakan anak perusahaan dari PT. Pelabuhan Indonesia III Persero (PELINDO III). Berlokasi di wilayah perbatasan antara Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik di JL. Raya Tambak Osowilangun KM 12 Surabaya, Jawa Timur, PT. TTL merupakan *terminal multipurpose* yang diapit oleh 2 pelabuhan milik PT. PELINDO III, yaitu Pelabuhan Gresik di sebelah barat dan Pelabuhan Utama Tanjung Perak di sebelah timur. PT. TTL bergerak di bidang jasa kepelabuhan. Salah satu bidang jasa yang ditawarkan oleh PT. TTL adalah jasa terminal petikemas domestik.

Salah satu masalah penting yang dihadapi operator pelabuhan adalah perlu adanya perencanaan dermaga yang efektif [1]. Dalam kegiatan pengoprasian dermaga, PT. TTL melakukan proses perencanaan penjadwalan tambat kapal untuk mengetahui posisi tambat kapal. Pada prosesnya, dibutuhkan data seperti panjang kapal, jumlah muatan yang akan dibongkar/dimuat, dan posisi dermaga tempat tambat

kapal yang tersedia. Masalah alokasi tempat berlabuh (BAP) terdiri dari menetapkan kapal yang masuk ke posisi berlabuh. Manajer menghadapi dua keputusan yang saling terkait: di mana dan kapan kapal harus berlabuh [2].

Proses perencanaan penjadwalan tambat kapal pada PT. TTL saat ini masih menggunakan cara manual, yaitu menggunakan bantuan Ms. Excel untuk mengolah data. Pada proses perencanaan tersebut, muncul permasalahan berupa kurang optimalnya penggunaan dermaga yaitu adanya jarak yang terlalu lebar antarkapal yang menyebabkan banyak area dermaga yang kosong pada saat proses penjadwalan. Permasalahan seperti ini berdampak terhadap minimnya jumlah kapal yang akan bersandar pada dermaga PT. TTL.

Dari permasalahan tersebut, maka ditemukan sebuah inovasi teknologi yang berguna untuk membantu dalam proses perencanaan penjadwalan tambat kapal di PT. TTL. Sehingga pada penelitian kali ini, penulis mengusulkan rancang bangun sistem penjadwalan tambat kapal dengan metode *Tabu Search*. Sistem ini diharapkan dapat membantu melakukan optimalisasi penggunaan area dermaga sehingga dapat memaksimalkan jumlah kapal yang akan tambat.

Peneliti menggunakan metode *tabu search* karena algoritma *tabu search* bekerja hampir mirip dengan pencarian lokal dalam suatu area namun metode ini menambahkan susunan pengecualian yang dinamakan *tabu list*. Tujuannya adalah agar pencarian tidak melakukan pencarian ulang pada sebuah solusi yang pernah ditelusuri sebelumnya.

Penilaian terhadap kualitas situs *website* dapat dikontrol dengan melihat seberapa puas klien atau pengunjung *website* [3]. Maka dari itu informasi yang disediakan oleh sistem harus efektif guna menunjang kebutuhan pengguna. Dengan penjelasan algoritma *tabu search* di atas, algoritma ini cocok digunakan untuk melakukan optimasi dalam penjadwalan tambat kapal karena dermaga pasti memiliki area yang luas namun terbatas. Dengan *tabu list* maka pencarian tidak akan berhenti pada satu tempat jika sudah terisi melainkan akan mencari tempat lain sehingga pencarian akan lebih optimal dan menyeluruh untuk mencari posisi terbaik sesuai dengan ukuran kapal dan ketersediaan dermaga.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Mochamad Rifai Idris dkk pada tahun 2016 dengan judul Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Tambat Kapal Pada PT Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT BJTI) Surabaya Dengan Menggunakan Metode *Tabu Search* [4]. Dalam penelitiannya, penjadwalan dilakukan sekali dalam sehari sehingga setiap hari akan

terdapat penjadwalan baru sedangkan untuk penelitian ini penjadwalan dilakukan 7 hari sekali, hal inilah yang menjadi salah satu perbedaan antara penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dibuat.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Research and Development (R&D)

Metode *Research and Development* (R&D) atau dapat diartikan metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut [5]. Produk yang dimaksud yaitu berupa *hardware* maupun *software*. Tak hanya menghasilkan produk baru, R&D juga dapat digunakan untuk menyempurnakan produk yang sudah ada. Metode R&D dapat digunakan dalam penelitian rekayasa perangkat lunak, karena mendukung komunikasi antara pengembang perangkat lunak dengan calon pengguna perangkat lunak melalui sistem *prototype* [6].

Dalam proses menghasilkan sebuah produk, terdapat langkah – langkah penelitian dengan metode R&D yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gbr. 1 Alur perencanaan R&D

1. Permasalahan

Permasalahan adalah suatu penyimpangan yang berbeda dari yang semestinya. Contohnya, belum tersedianya alat bantu jual beli secara *online* atau sudah tersedia namun kurang menarik. Dari masalah tersebut dapat diatasi dengan metode R&D dengan cara mengembangkan sendiri produk alat bantu jual beli secara *online*.

2. Pengumpulan Data Awal

Dari permasalahan yang sudah ditemukan, maka langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk merancang produk yang akan dibuat. Peneliti dapat mengumpulkan data dengan cara survei ataupun wawancara langsung.

3. Perancangan Produk

Tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan produk. Perancangan produk yang dimaksud adalah membuat desain produk. Desain produk meliputi keseluruhan, tidak hanya desain antarmuka tetapi desain sistemnya juga.

4. Pembuatan Produk

Pada tahap ini peneliti mulai melakukan pembuatan produk sementara dengan desain yang telah dirancang

sebelumnya. Tahap ini menghasilkan kerangka produk yang nantinya akan diuji coba awal.

5. Uji Coba Awal produk

Peneliti melakukan uji coba pada produk setengah jadi. Pengujian ini hanya dilakukan oleh orang – orang terbatas. Pada penelitian ini, uji coba awal dilakukan oleh manager ICT. Hasil dari uji coba ini berupa masukan untuk memperbaiki kekurangan pada produk.

6. Revisi Produk

Pada tahap ini, peneliti melakukan perbaikan pada produk berdasarkan masukan yang diperoleh dari uji coba awal.

7. Uji Coba Masal

Setelah melakukan perbaikan pada produk, langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba langsung kepada pengguna yang akan menggunakan produk tersebut. Dalam penelitian ini, pengguna adalah petugas perancang penjawalan. Hasil dari uji coba ini berupa masukan untuk memperbaiki kekurangan pada produk.

8. Revisi Produk

Pada tahap ini, peneliti melakukan perbaikan akhir pada produk berdasarkan masukan yang diperoleh dari uji coba masal untuk tahap penyelesaian produk.

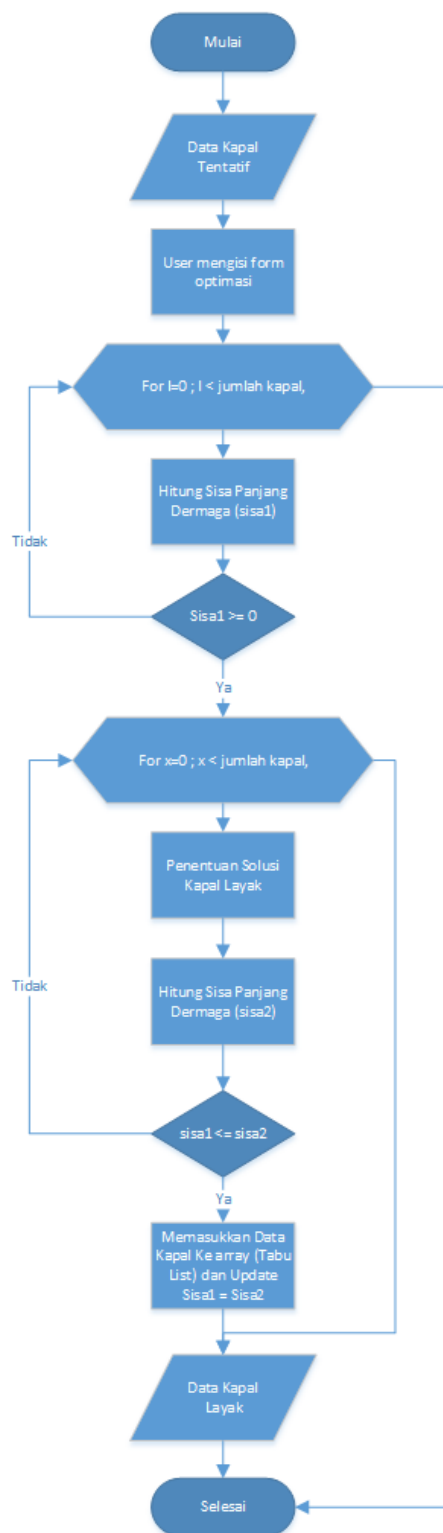
B. Metode Tabu Search

Tabu Search adalah metaheuristik yang dapat ditumpangkan pada prosedur lain untuk mencegah mereka terjebak pada solusi optimal lokal. Metode ini dapat digunakan untuk memandu setiap proses yang menggunakan serangkaian gerakan untuk mengubah satu solusi menjadi solusi lain dan yang menyediakan fungsi evaluasi untuk mengukur daya tarik gerakan ini [7].

Algoritma *tabu search* bekerja hampir mirip dengan pencarian lokal dalam suatu area namun metode ini menambahkan susunan pengecualian yang dinamakan *tabu list*. Istilah ‘*tabu*’ pada *tabu search* memiliki arti usaha untuk menghindari terjadinya *cyling* atau kembali kesolusi awal. Dengan adanya *tabu list* maka pencarian tidak akan tertahan pada satu titik. Berbeda dengan pencarian lokal yang akan terhenti jika sudah menemukan solusi tanpa melanjutkan untuk mencari pada titik lain. Sebagai perpanjangan dari pencarian lokal, *tabu search* berhubungan dengan beberapa elemen kunci seperti metode indikasi solusi, penilaian solusi, taktik pencarian lokal dan kriteria terminasi yang menentukan kinerja algoritma [8].

Algoritma *tabu search* akan melakukan pencarian lokal kemudian jika sudah menemukan satu solusi maka solusi tersebut akan dimasukkan pada *tabu list*. Kemudian pada iterasi selanjutnya melakukan pencarian lagi dengan cara yang sama namun tidak mengikutkan hasil solusi yang terdapat pada *tabu list* dan akan terus mengulangi proses tersebut sampai seluruh area telah mengalami pencarian. Hal ini membuat algoritma *tabu search* cocok digunakan pada penelitian ini.

Alur penerapan metode *tabu search* pada sistem penjadwalan tambat kapal ditunjukkan pada *flowchart* Gbr. 2.



Gbr. 2 Flowchart Penerapan Metode Tabu Search

• Proses Penerapan Metode Tabu Search

Dalam proses penjadwalan tambat kapal, terdapat sebuah proses dimana proses tersebut berguna untuk mengoptimalkan area dermaga yang kosong. Hal

tersebut bertujuan agar dapat memaksimalkan jumlah kapal yang akan tambat. Berikut langkah – langkahnya dengan menerapkan algoritma tabu search :

1) Langkah 1 :

Proses ini dimulai dari pengambilan data kapal dari database. Data kapal yang diambil hanya kapal yang berstatus tentatif. Jumlah proses perulangan nantinya akan tergantung dari jumlah data kapal yang diambil.

2) Langkah 2 :

Proses selanjutnya yaitu menentukan dermaga yang kosong / tersedia. Proses ini ditentukan berdasarkan inputan *user* berupa tanggal dan kade meter. *User* dapat menentukan letak area kosong dengan cara melihat posisi kapal yang telah tambat.

3) Langkah 3 :

Setelah mendapatkan area dermaga yang kosong, langkah selanjutnya adalah menentukan kapal mana yang sesuai untuk menempati area tersebut dengan syarat berikut,

$$\text{Kade Meter} - (LOA + 9) \leq \text{Kade Meter}$$

Penjelasan dari syarat diatas adalah :

1. Kade Meter merupakan area dermaga (dalam meter) kosong yang dihasilkan dari inputan *user*. Diperoleh dengan rumus kade akhir – kade meter awal.
2. LOA merupakan penyebutan untuk panjang kapal (dalam meter) dan 9 (dalam meter diperoleh dari jarak minimum antar kapal.
3. Syarat di atas akan memperoleh data kapal yang apabila menempati area tersebut hanya menyisakan sedikit area kosong pada dermaga.

4) Langkah 4 :

Setelah diperoleh data kapal yang memenuhi syarat, maka data kapal tersebut akan dibandingkan. Jika kapal memenuhi syarat maka kapal tersebut akan masuk ke dalam *tabu list* dan kade meter akan diperbaharui dengan sisa dermaga setelah ditempati oleh kapal yang memenuhi syarat.

5) Langkah 5 :

Proses akan perulangan akan terhenti jika,

1. Sisa dermaga tidak kurang dari 0 meter,
2. Data kapal tentatif habis.

C. Metode Rekayasa

1. Pengumpulan data

Prosedur pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi, wawancara dan dokumentasi. Adapun data yang diperoleh dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Observasi

- Situasi dan kondisi lingkungan PT. Terminal Teluk Lamong, khususnya di area dermaga.

- Aktivitas proses tambat kapal dan bongkar muat.
- b. Wawancara
Wawancara dilakukan langsung dengan manager ICT dan Divisi *Operation* untuk mengetahui alur proses tambat kapal, mulai dari kedatangan, proses bongkar muat, sampai keberangkatan kembali.
- c. Dokumentasi

Mengumpulkan data dengan cara mengambil data dari catatan tertulis tentang berbagai kegiatan pada waktu lalu maupun yang sedang berlangsung. Data tersebut berupa :

- Data Dermaga : Panjang Dermaga, Jenis Dermaga.
- Data Kapal : Id Kapal, Nama kapal, Panjang kapal, Waktu kedatangan, Waktu keberangkatan, Jumlah Bongkar Muat, dll.
- Data *Customer* : Id *customer*, Nama *customer*
- Data Arus Minus : Tanggal mulai arus, dan Tanggal berakhir arus.

2. Pembagian hak akses

Dalam pengoperasian Sistem Penjadwalan Tambat Kapal ini, terdapat pembagian hak akses. Berikut pembagiannya:

TABEL I
HAK AKSES

No	Level Pengguna	Hak Akses
1	Admin	a) Melakukan Penjadwalan b) Melakukan Monitoring c) Manajemen data <i>customer</i> d) Manajemen data arus minus e) Manajemen data dermaga f) Manajemen data <i>signature</i> g) Manajemen data blokir kade
2	Vessel Planner	a) Melakukan Penjadwalan b) Melakukan Monitoring

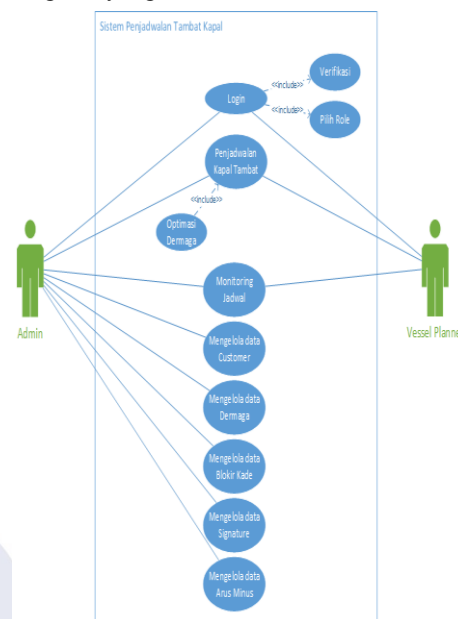
3. Unified Modelling Language

Unified Modeling Language (UML) merupakan bahasa pemodelan yang berbentuk grafis yang digunakan untuk memvisualisasi, menspesifikasikan suatu sistem perangkat lunak [9]. Diagram UML dianggap sebagai alat standar untuk menyusun persyaratan, dan kemudian mengubahnya menjadi struktur. Untuk memahami kebutuhan sistem dan mengurangi kompleksitas sistem [10]

Berikut rancangan UML dari Sistem Penjadwalan Tambat Kapal:

• Usecase Diagram

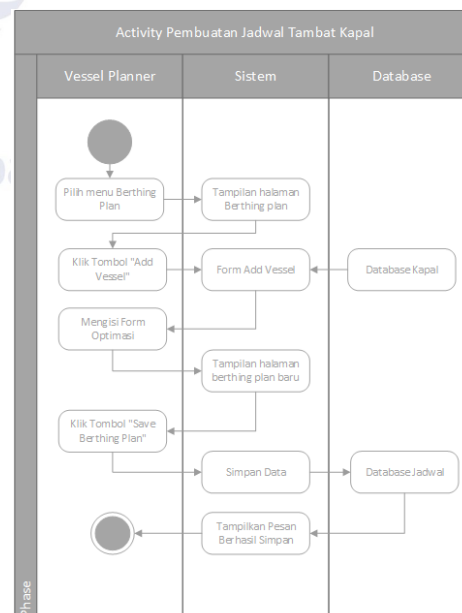
Use case diagram dibawah menunjukkan aktivitas apa saja yang dilakukan setiap aktor atau pengguna didalam sistem penjadwalan tambat kapal. Sistem ini memiliki 2 aktor yaitu admin dan *vessel planner*. Berikut use case diagram yang telah dibuat :



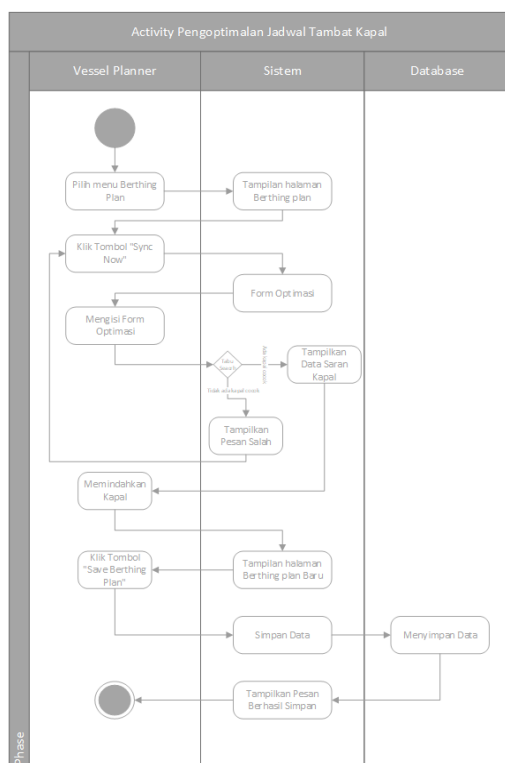
Gbr. 3 Usecase Diagram

• Activity Diagram

Activity diagram di bawah menunjukkan aliran aktivitas sistem saat melakukan pengoptimalan jadwal tambat kapal berdasarkan area dermaga yang kosong. Berikut activity diagram yang telah dibuat:



Gbr. 4 Activity Diagram Pembuatan Jadwal Tambat Kapal



Gbr. 5 Activity Diagram Pengoptimalan Jadwal Tambat Kapal

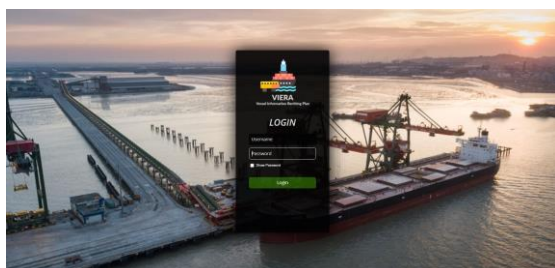
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan Sistem

Sistem penjadwalan kapal tambat ini memiliki 2 hak akses, yaitu admin dan vessel planner. Berikut merupakan hasil rancangan tampilan sistem yang dikembangkan dalam bentuk website dengan mengimplementasikan metode *tabu search* :

1. Bagian ini merupakan fitur yang dapat diakses oleh admin dan vessel planner.

- Halaman Login

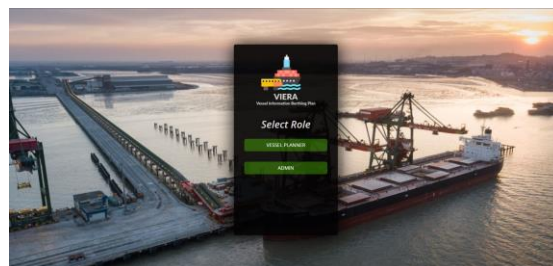


Gbr. 6 Halaman Login

Gambar 6 merupakan halaman login yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses website ini. Pengguna akan melakukan proses login dengan

memasukkan *username* dan *password* yang sudah terdaftar. Jika proses login berhasil, maka pengguna akan diarahkan ke halaman pemilihan hak akses.

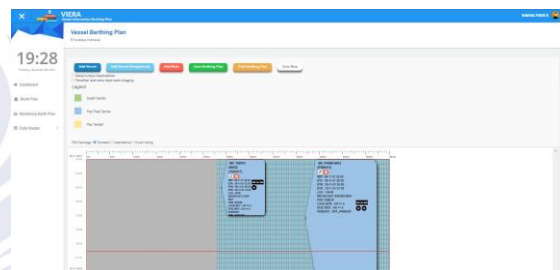
- Halaman Pilih Hak Akses



Gbr. 7 Halaman Pilih Hak Akses

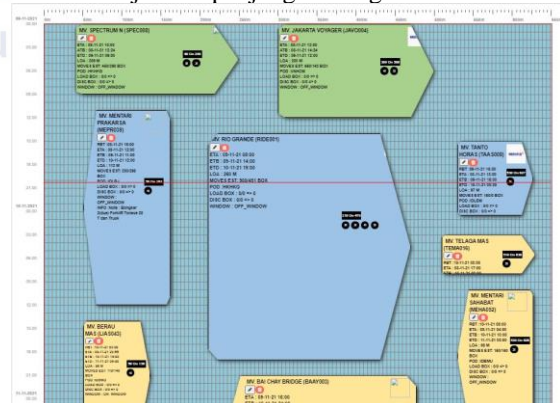
Gambar 7 merupakan halaman pemilihan hak akses oleh pengguna. Terdapat 2 hak akses pada sistem ini. Jumlah hak akses yang muncul pada halaman hak akses tergantung pada hak akses yang diberikan oleh seorang manajer melalui sistem manajemen pengguna.

- Halaman Penjadwalan



Gbr. 8 Halaman Penjadwalan Tambat Kapal

Gambar 8 merupakan halaman tampilan penjadwalan tambat kapal 2 dimensi. Tampilan bangun datar menggambarkan sebuah kapal yang sedang dijadwalkan. Bagian kiri menunjukkan waktu sekarang hingga 7 hari kedepan, dan bagian atas menunjukkan panjang dermaga.



Gbr. 9 Detail Halaman Penjadwalan Tambat Kapal

- Form Tambah Jadwal

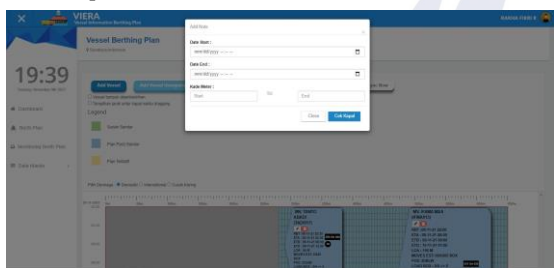


Gbr. 10 Form Tambah Jadwal

Gambar 10 merupakan tampilan form tambah jadwal. Form ini memungkinkan pengguna untuk menambahkan kapal ke dalam jadwal. Dari pengisian form tersebut, nantinya sistem akan otomatis melakukan tambah kapal berupa bangun datar seperti pada gambar 9.

Agar dapat tersimpan pada *database*, pengguna harus melakukan simpan data dengan menekan tombol "Save Berhing Plan". Jika masih ada ruang kosong pada dermaga yang meungkinkan untuk digunakan untuk tambat, pengguna dapat melakukan optimalisasi dermaga dengan menekan tombol "Sync Now".

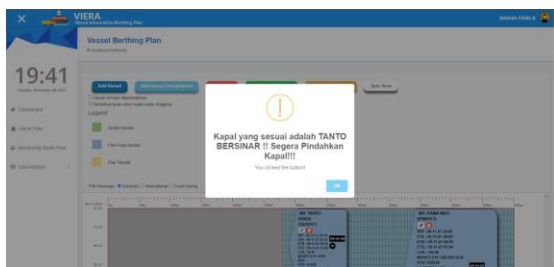
• Form Optimasi



Gbr. 11 Form Optimasi

Gambar 11 merupakan tampilan form optimasi. Pengguna akan memasukkan tanggal mulai dan tanggal akhir beserta kade meter yang tersedia. Nantinya sistem akan memproses data dengan mengimplementasikan metode *tabu search* yang akan menghasilkan daftar kapal yang layak/sesuai untuk menempati area dermaga yang kosong.

• Tampilan Notifikasi Daftar Kapal Sesuai

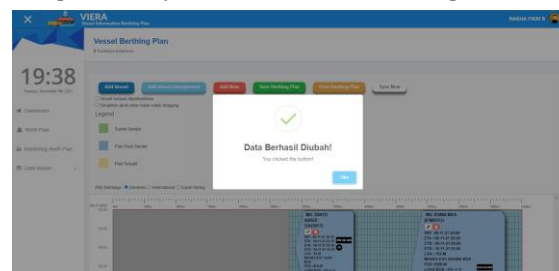


Gbr. 12 Notifikasi Daftar Kapal Sesuai

Gambar 12 merupakan tampilan notifikasi daftar kapal yang sesuai. Pengguna dapat memindahkan

kapal tersebut ke tempat yang sesuai dengan form inputan optimasi.

• Tampilan Notifikasi Data Berhasil Disimpan

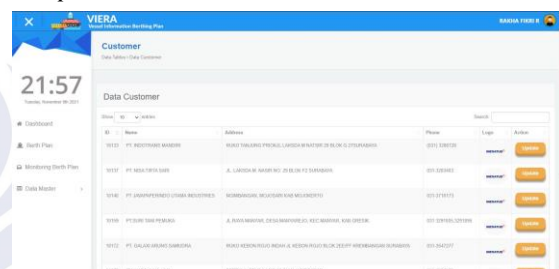


Gbr. 13 Notifikasi Data Berhasil Disimpan

Gambar 13 merupakan notifikasi yang muncul ketika pengguna melakukan simpan data ke *database*.

2. Bagian ini merupakan fitur yang hanya dapat diakses oleh admin.

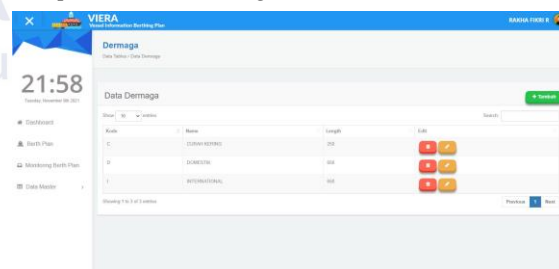
• Tampilan Data Customer



Gbr. 14 Data Customer

Gambar 14 merupakan tampilan data customer. Pada menu ini, seorang admin dapat melakukan update logo customer untuk ditampilkan pada penjadwalan.

• Tampilan Data Dermaga



Gbr. 15 Data Dermaga

Gambat 15 merupakan tampilan data dermaga. Pada halaman ini, seorang admin dapat melakukan penambahan dermaga, penambahan panjang dermaga dan penghapusan data dermaga.

B. Hasil Penerapan Metode Tabu Search

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian untuk memperoleh hasil dari proses penerapan metode *tabu search* pada sistem

yang sudah dirancang. Peneliti akan mengambil sampel data jadwal kapal selama 3 hari yang kemudian akan dilakukan optimasi. Berikut hasil perbandingan jadwal sesudah dan sebelum dilakukannya optimasi :

TABEL II
DATA PENJADWALAN SEBELUM OPTIMASI

Tanggal	ID Kapal	Status	Posisi	Penggunaan Dermaga
10-11-2021	IFMA012	Bukan Tentatif	470 – 625	155
10-11-2021	MEHA052	Bukan Tentatif	405 – 503	98
10-11-2021	MEBO229	Bukan Tentatif	525 – 632	98
10-11-2021	MENU041	Bukan Tentatif	290 – 382	92
11-11-2021	LIAS043	Bukan Tentatif	403 – 516	113
11-11-2021	PEAN012	Bukan Tentatif	535 – 632	97
11-11-2021	MEUH014	Bukan Tentatif	290 – 407	117
Total Penggunan Dermaga				770

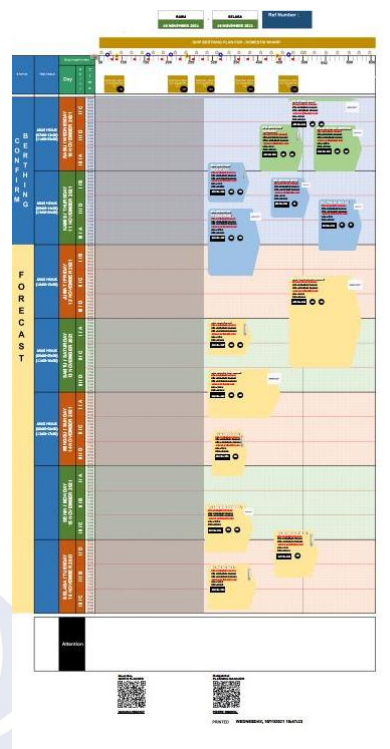
TABEL I
DATA PENJADWALAN SESUDAH

Tanggal	ID Kapal	Status	Posisi	Penggunaan Dermaga
10-11-2021	IFMA012	Bukan Tentatif	470 – 625	155
10-11-2021	MEHA052	Bukan Tentatif	405 – 503	98
10-11-2021	MEBO229	Bukan Tentatif	525 – 632	98
10-11-2021	MENU041	Bukan Tentatif	290 – 382	92
11-11-2021	LIAS043	Bukan Tentatif	403 – 516	113
11-11-2021	PEAN012	Bukan Tentatif	535 – 632	97
11-11-2021	MEUH014	Bukan Tentatif	290 – 407	117
12-11-2021	TABE081	Tentatif	478 – 640	162
12-11-2021	ORGO007	Tentatif	290 – 451	161
Total Penggunan Dermaga				1093

Berdasarkan Tabel 3, hasil dari proses optimasi menggunakan metode *tabu search* selama 3 hari yaitu adanya penambahan jadwal kapal pada tanggal 12-11-2021 sebanyak 2 kapal. Hal tersebut menyebabkan bertambahnya penggunaan area dermaga sejumlah 29.55% dengan perhitungan :

$$\frac{1093 - 770}{1093} \times 100\% = 29.55\%$$

Adapun hasil printout perbandingan jadwal selama 7 hari dari sebelum dan sesudah optimasi sebagai berikut :



Gbr. 16 Hasil Penjadwalan Sebelum Optimasi



Gbr. 17 Hasil Penjadwalan Sesudah Optimasi

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem penjadwalan tambat kapal ini dibangun menggunakan *framework laravel* dan menggunakan *database oracle*.
2. Sistem penjadwalan tambat kapal ini hanya mampu mengoptimalkan penggunaan dermaga tanpa mempertimbangkan jam kedatangan kapal.
3. Dengan adanya sistem ini, pengguna mampu membuat jadwal tambat kapal selama 7 hari kedepan.
4. Metode *Tabu Search* yang diterapkan pada sistem ini telah mampu mengoptimalkan area dermaga dengan peningkatan jumlah ruang sekitar 29% atau sekitar 2 kapal dengan ukuran besar (150 – 200) meter pada dermaga domestik.
5. Hasil keluaran dari sistem ini berupa tampilan 2 dimensi yang dapat disimpan dan digunakan sebagai acuan jadwal tambat kapal pada PT Terminal Teluk Lamong selama 7 hari kedepan.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas sebelumnya, maka saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem tambat kapal dengan metode *tabu search* kedepannya adalah :

1. Diharapkan kedepannya dalam pengoptimalan jadwal tambat kapal pada sistem ini, perlu mempertimbangkan jam kedatangan kapal.

2. Diharapkan pada saat melakukan optimaslisasi, pengguna tidak perlu melakukan pemindahan kapal akan tetapi kapal sudah berpindah dengan otomatis.

REFERENSI

- [1] Jia, S., Li, C.-L., & Xu, Z. (2020). A simulation optimization method for deep-sea vessel berth planning and feeder arrival scheduling at a container port. *Transportation Research Part B* 142, 174-196.
- [2] Cordeau, J.-F., Laporte, G., Legato, P., & Moccia, L. (2005). Models and Tabu Search Heuristics for the Berth-Allocation Problem. *TRANSPORTATION SCIENCE*, 526-538.
- [3] Iltizam, I. M., & Prehanto, D. R. (2021). Analisis Kualitas Layanan Dan Perancangan Website PT.Pelabuhan Indonesia III Menggunakan Metode Webqual. *Journal of Emerging Information Systems and Business Intelligence*, 32-39.
- [4] Idris, M. R., Sulistiowati, & Susilo, T. H. (2016). Rancang Bangun Aplikasi Tambat Kapal pada PT Berlian Jasa Terminal Indonesia (PT BJT) Surabaya Dengan Menggunakan Metode Tabu Search. *Jurnal Sistem informasi dan Komputer Akuntansi (JSIKA)*, 1-7.
- [5] Sugiyono, P. D. (2013). METODE PENELITIAN KUANTITATIF KUALITATIF DAN R&D. Bandung: Alfabeta.
- [6] Mufadhol, M., Siswanto, S., Susatyonob, D. D., & Dewi, M. U. (2017). The Phenomenon of Research and Development Method in Research of Software Engineering. *International Journal Of Artificial Intelligence Research*, 1-5.
- [7] Glover, F. (1990). Tabu Search: A Tutorial. *Inform Journal on Applied Analytics*, 74-94.
- [8] Jia, H., i, Y. L., Dong, B., & Ya, H. (2013). An Improved Tabu Search Approach to Vehicle Routing Problem. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1208-1217.
- [9] Heriyanto, Y. (2018). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI RENTAL MOBIL BERBASIS WEB. *Jurnal Intra-Tech*, 64-77.
- [10] Muhamad, Z. H., Abdulmonim, D. A., & Alathari, B. (2019). IJECE An integration of uml use case diagram and activity diagram with Z language for formalization of library management system. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 3069-3076.

