



PENGEMBANGAN ALGORITMA *GREEDY* UNTUK OPTIMALISASI PENATAAN PETI KEMAS PADA KAPAL PENGANGKUT

Christian Angga^{#1}, Rinaldi Munir^{*2}

[#]Program Studi Teknik Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10, Bandung 40132 Jawa Barat - Indonesia

¹ca_ers@hotmail.com

^{*}KK Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10, Bandung 40132 Jawa Barat - Indonesia

²rinaldi-m@stei.itb.ac.id

Abstrak— Banyaknya jumlah barang, variasi berat barang, dan tujuan barang yang perlu diekspor/diimpor dengan menggunakan jalur laut menyebabkan perlunya manajemen dalam penataan peti kemas di dalam sebuah kapal pengangkut agar memudahkan proses bongkar muat dan tidak mengganggu stabilitas kapal pengangkut itu sendiri.

Pada tugas akhir ini akan diajukan sebuah aplikasi perangkat lunak untuk membantu pembuatan *stowage plan* atau penataan peti kemas pada suatu kapal pengangkut dengan didasari algoritma *greedy* agar proses bongkar muat dapat dilakukan dengan efisien serta tidak mengganggu stabilitas kapal pengangkut itu sendiri. Algoritma *greedy* dipilih sebagai dasar pengembangan perangkat lunak yang akan dibangun karena selain memiliki nilai kompleksitas yang cukup rendah, algoritma *greedy* pun sudah dapat menghasilkan hasil yang diharapkan. Dengan demikian tujuan utama dari tugas akhir ini adalah mengembangkan algoritma *greedy* untuk penataan peti kemas pada sebuah kapal pengangkut. Aplikasi ini telah diimplementasikan dalam bahasa pemrograman C#.

Pengujian membuktikan bahwa aplikasi yang dibangun dapat menata peti kemas pada sebuah kapal pengangkut dengan otomatis serta kecepatan pemrosesan cukup cepat.

Kata Kunci— peti kemas, kapal pengangkut, *stowage plan*, algoritma *greedy*.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di kawasan Asia Tenggara. Wilayah Indonesia berada pada posisi silang, yang mempunyai arti penting dalam kaitannya dengan perekonomian. Keadaan geografis Indonesia yang sangat strategis dapat menjadi suatu kekuatan dan kesempatan bagi perkembangan perekonomian Indonesia. Ujung tombak perkembangan perekonomian tersebut tidak lain adalah dengan melakukan kegiatan ekspor-impor komoditi antara Indonesia dan negara tetangga. Dengan melakukan kegiatan ekspor-impor ini, optimalisasi tentunya sangat berperan penting untuk mendukung dan membantu meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja guna meningkatkan keuntungan. Keuntungan yang didapat antara lain adalah pengurangan

waktu yang harus digunakan yang berujung pada penurunan *cost* yang harus dikeluarkan.

Kongesti/kemacetan yang kerap mengancam di pelabuhan paling sibuk di Indonesia (Pelabuhan Tanjung Priok) bukan karena kekurangan terminal/dermaga, melainkan akibat rendahnya kapasitas tempat penumpukan peti kemas, namun areal di pelabuhan ini masih memadai jika ditata secara baik^[1]. Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu tunggu kapal di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang menghasilkan beberapa kesimpulan, diantaranya adalah waktu pengurusan dokumen, kesiapan peralatan bongkar muat, produktivitas bongkar muat, cuaca, dan kedatangan kapal^[2]. Namun faktor paling utama yang mempengaruhi paling besar waktu tunggu kapal adalah pada saat kegiatan bongkar muat terjadi.

Untuk menurunkan *cost* yang harus dikeluarkan pada saat kegiatan ekspor-impor terjadi, salah satu cara yang dapat diambil adalah meningkatkan efisiensi dan kecepatan dalam melakukan kegiatan bongkar muat barang. Kecepatan dalam melakukan kegiatan bongkar muat barang tentunya dipengaruhi oleh cara penataan barang agar mudah diambil sesuai dengan waktunya dan menghindari *Long Hatches* atau keterlambatan bongkar muat barang akibat muatan yang seharusnya dibongkar di suatu pelabuhan tertindih oleh muatan yang untuk pelabuhan berikutnya, *Over Hatched* atau terpisahnya sebagian kecil muatan dipalka lain dari party atau kelompok barangnya sehingga akan menimbulkan kesulitan dan menambah lamanya waktu bongkar muat di pelabuhan bongkar, dan *Long Distances* atau terbawanya muatan yang seharusnya dibongkar di pelabuhan sebelumnya^[3].

Selain cara penataan barang yang efisien pada saat bongkar muat, perlu diperhatikan juga cara penataan barang agar tidak mengganggu stabilitas kapal dan membuat stabilitas kapal tetap positif^[4]. Menjaga stabilitas kapal merupakan hal yang sangat diperlukan, karena pada kenyataannya tidak sedikit kasus kapal pengangkut karam akibat kesalahan pada sistem penataan peti kemas. Akbar (2011) telah mengembangkan sistem perencanaan kasus untuk penataan semi-otomatis peti kemas pada kapal dengan mengikuti sistem koordinat numerik yang berkaitan dengan panjang, lebar, dan tinggi kapal^[5].

Oleh sebab itu, setiap melakukan kegiatan ekspor-impor diperlukan perhitungan khusus untuk menentukan tempat penataan yang tepat agar kontainer yang ditempatkan pada sebuah kapal pengangkut sesuai dengan urutan bongkar muatannya. Hal yang kedua yang tidak kalah penting dibandingkan urutan bongkar muat ini adalah penentuan tempat penataan yang tepat agar kontainer yang ditempatkan pada sebuah kapal tidak mengganggu stabilitas kapal pengangkut tersebut. Kedua proses penentuan tempat penataan yang tepat tersebut biasa disebut sebagai penentuan *stowage plan*.

Di dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan pengembangan algoritma *greedy* untuk menentukan *stowage plan* yang tepat pada penataan peti kemas di dalam kapal pengangkut yang mengacu kepada kedua aspek penataan diatas. Perhitungan tersebut diharapkan akan menghasilkan sebuah *stowage plan* yang berdampak pada cepatnya proses bongkar muat namun tidak mengganggu stabilitas kapal pengangkut.

II. DASAR TEORI

Pada makalah ini, ada beberapa hal yang akan dibahas. Hal-hal yang akan dibahas antara lain: peti kemas, kapal pengangkut, *stowage plan*, dan algoritma *greedy*.

A. Peti Kemas

Peti kemas pada dasarnya dapat didefinisikan menurut kata peti dan kemas. Peti adalah suatu kotak berbentuk geometrik yang terbuat dari bahan-bahan alam (kayu, besi, baja, dll). Kemas merupakan hal-hal yang berkaitan dengan pengepakan atau kemasan. Jadi peti kemas adalah suatu kotak besar berbentuk empat persegi panjang, terbuat dari campuran baja dan tembaga atau bahan lainnya (aluminium, kayu/fiber glass) yang tahan terhadap cuaca. Digunakan untuk tempat pengangkutan dan penyimpanan sejumlah barang yang dapat melindungi serta mengurangi terjadinya kehilangan dan kerusakan barang serta dapat dipisahkan dari sarana pengangkutan dengan mudah tanpa harus mengeluarkan isinya^[6].

Berat dan ukuran standard peti kemas pada dasarnya telah distandarisasi oleh International Organization for Standardization (ISO)^[7]:

TABEL I
BERAT DAN UKURAN STANDAR PETI KEMAS 20' DAN 40'^[11]

		20' container		40' container	
		imperial	metric	imperial	metric
external dimension	length	19' 10 1/2"	6.058 m	40' 0"	12.192 m
	width	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	height	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m
internal dimension	length	18' 8 13/16"	5.710 m	39' 5 45/64"	12.032 m
	width	7' 8 19/32"	2.352 m	7' 8 19/32"	2.352 m
	height	7' 9 57/64"	2.385 m	7' 9 57/64"	2.385 m
door aperture	width	7' 8 5/8"	2.343 m	7' 8 5/8"	2.343 m
	height	7' 5 3/4"	2.280 m	7' 5 3/4"	2.280 m
volume		1,169 ft ³	33.1 m ³	2,385 ft ³	67.5 m ³
maximum gross mass		66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg
empty weight		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg
net load		61,289 lb	28,200 kg	57,759 lb	26,600 kg

B. Kapal Pengangkut

Kapal pengangkut peti kemas adalah kapal khusus yang digunakan untuk mengangkut muatan yang berupa peti kemas yang standar. Kapal pengangkut peti kemas biasa memiliki rongga (*cells*) untuk menyimpan peti kemas ukuran standar. Peti kemas diangkat ke atas kapal di terminal peti kemas dengan menggunakan kran/derek khusus yang dapat dilakukan dengan cepat, baik derek-derek yang berada di dermaga, maupun derek yang berada di kapal itu sendiri^[8].

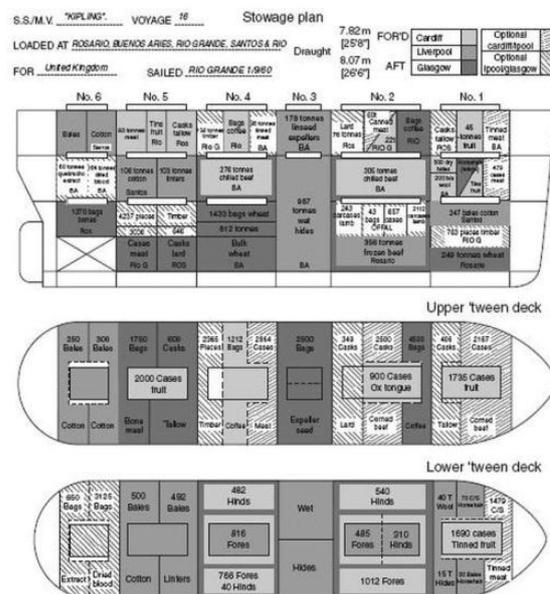
Container ship dibagi menjadi 2 berdasarkan peletakan peti kemas di dalam kapal^[9]:

1. *Vertical cell container ship (full container)*, seluruh muatan di atas dan di bawah geladak. Umumnya maksimum 9 tumpukan di bawah main deck, dan 3 tumpukan di atasnya.
2. *Horizontal loading container ship (semi container)*, muatan tidak sampai tepi deck, hanya di atas tutup palkah dan tidak sepanjang deck.

Jika di dibandingkan dengan kapal kargo biasa, pada kapal – kapal kontainer biasanya memiliki lubang palkah yang cukup besar^[10].

C. Stowage Plan

Stowage Plan merupakan sebuah gambaran informasi mengenai rencana pengaturan muatan diatas kapal yang mana gambar tersebut menunjukkan pandangan samping (denah) serta pandangan atas (profil) dari letak-letak muatan, jumlah muatan, dan berat muatan yang berada dalam palka sesuai tanda pengiriman (Consignment Mark) bagi masing-masing pelabuhan tujuannya^[12]. Contoh gambar adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar. 1 Stowage Plan^[13]

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan *stowage plan* adalah:

1. Stabilitas kapal.
2. Kondisi dan letak peralatan bongkar muat.
3. Kekuatan geladak.
4. Volume ruang muat dan daya angkut kapal.
5. Pelabuhan tujuan dari muatan
6. Jumlah, berat, jenis dan sifat muatan pada tiap-tiap palka.
7. Adanya muatan yang belum siap dikapalkan dan muatan opsi.

Adapun fungsi dari pembuatan Stowage Plan ini pada kapal pengangkut peti kemas, yaitu diantaranya adalah:

1. Dapat mengetahui letak tiap muatan serta jumlah dan beratnya.
2. Dapat merencanakan kegiatan pembongkaran yang akan dilakukan.
3. Dapat memperhitungkan jumlah buruh yang diperlukan.
4. Dapat memperhitungkan lamanya waktu pembongkaran berlangsung.
5. Sebagai dokumen pertanggung jawaban atas pengaturan muatan.

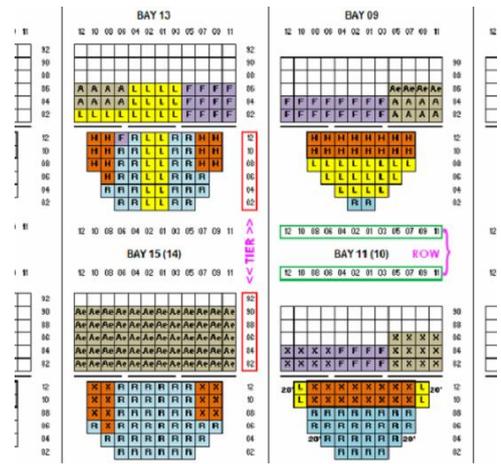
Lokasi penataan kontainer pada suatu kapal peti kemas dibagi ke dalam slot-slot. Lokasi setiap slot untuk kontainer didefinisikan dalam hal jumlah bay, row dan nomor tier. Contoh gambar adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar. 2 Principle of bay-row-tier coordinates^[14]

Lokasi disimpan dalam enam digit nomor. Dua digit pertama merupakan nomor bay, dua digit tengah merupakan nomor row, dan dua digit terakhir merupakan nomor tier. Nomor bay dapat diklasifikasikan ke dalam bay ganjil dan bay genap. Bay ganjil menandakan peti kemas berukuran 20', dan bay genap menandakan peti kemas berukuran 40'. Nomor row diklasifikasikan berdasarkan sisi laut dan sisi pelabuhan. Row dekat dengan sisi laut didefinisikan dengan nomor genap dan row dekat sisi pelabuhan didefinisikan dengan nomor ganjil. Row terkecil nomor mulai dari tengah dan secara bertahap meningkat seiring dengan selang waktu sampai dua sisi laut dan dari sisi pelabuhan.

Tier adalah pengukuran vertikal untuk lokasi slot untuk mengklasifikasikan lokasi di dek dan bawah dek. Misalnya, lokasi 020102 menunjukkan bahwa slot terletak di bay nomor dua, row nomor satu dan tier nomor dua. Kebanyakan struktur kapal menggunakan nomor tier untuk mendefinisikan slot di dek mulai dari 80 dan secara bertahap meningkat dengan interval dua. Slot bawah dek didefinisikan dengan jumlah tier dimulai dari angka tier 2 dan peningkatan dengan interval dua.



Gambar. 3 Struktur Slot bay 09/11(10) dan bay 13/15(14)^[15]

D. Algoritma Greedy

Algoritma greedy adalah salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mendapatkan solusi terbaik dan merupakan algoritma yang paling populer dalam hal optimasi. Persoalan optimasi adalah persoalan yang tidak hanya mencari sekedar solusi, tetapi mencari solusi terbaik. Solusi terbaik adalah solusi yang memiliki nilai minimum atau maksimum dari sekumpulan alternatif solusi yang mungkin^[16].

Secara harfiah greedy artinya rakus atau tamak, sifat yang berkonotasi negatif. Orang yang memiliki sifat ini akan mengambil sebanyak mungkin atau mengambil yang paling bagus atau yang paling mahal. Sesuai dengan arti tersebut, prinsip greedy adalah "take what you can get now". Dalam kehidupan sehari-hari greedy dapat digunakan dalam masalah seperti :

1. Memilih beberapa jenis investasi
2. Mencari jalur tersingkat

Algoritma greedy membentuk solusi langkah per langkah (step by step). Terdapat banyak pilihan yang perlu di eksplorasi pada setiap langkah solusi, karenanya pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan. Keputusan yang telah diambil pada suatu langkah tidak dapat diubah lagi pada langkah selanjutnya. Sebagai contoh, jika kita menggunakan algoritma greedy untuk menempatkan komponen diatas papan sirkuit, sekali komponen telah diletakkan dan dipasang maka tidak dapat dipindahkan lagi.

Pendekatan yang digunakan dalam algoritma greedy adalah membuat pilihan yang "tampaknya" memberikan perolehan yang terbaik, yaitu dengan membuat pilihan optimum lokal pada setiap langkah dengan harapan optimum lokal menjadi optimum global.

III. IMPLEMENTASI

Algoritma penataan peti kemas dilakukan tahap per tahap, pertama-tama dilakukan pembacaan terhadap data kapal pengangkut peti kemas yang akan dimuati peti kemas, dimulai dari kapasitas kapal pengangkut sampai dengan struktur kapal pengangkut tersebut. Tahap ini dapat digabungkan dengan pembacaan kondisi kapal setelah proses bongkar (KKSPB).

Tahap yang kedua yaitu pembacaan list peti kemas yang akan dimuat (CCL), dimulai dari kode, berat, ukuran, dan pelabuhan tujuan setiap peti kemas tersebut.

Dari struktur kapal pengangkut yang ada, dapat diketahui jumlah bay yang terdapat pada kapal tersebut, jumlah kapasitas peti kemas yang terdapat pada setiap bay kapal tersebut, dan bentuk struktur kapal pada setiap bay kapal tersebut. Hal tersebut berhubungan erat dengan stabilitas kapal pengangkut yang berada pada KKSPB yang di dalamnya terdapat nilai kesamaan bay dan longitudinal.

Sebagai contoh, dari struktur kapal berukuran 3.000 TEU terdapat 23 bay. Dari nilai kesamaan longitudinal, setiap 2 bay memiliki nilai kestabilan yang dianggap sama. Maka dari itu, 23 bay yang ada tersebut dapat dianggap menjadi 12 bagian secara longitudinal. Sedangkan dari nilai kesamaan bay, setiap bay bagian atas dibagi tiga, dan bay bagian bawah dibagi tiga. Maka dari itu, setiap 2 bay dapat dibagi menjadi 12 bagian, yaitu 6 bagian atas dan 6 bagian bawah.

Dari hasil pembacaan list peti kemas yang akan dimuat, peti kemas dengan tujuan yang sama dikelompokkan menjadi satu. Setiap kelompok yang ada tersebut dilanjutkan dengan pengurutan tujuan dari tujuan yang terjauh sampai dengan tujuan yang terdekat, agar peti kemas dengan tujuan yang lebih dekat tidak tertindih dengan peti kemas dengan tujuan yang lebih jauh.

Setelah peti kemas dikelompokkan berdasarkan tujuan, setiap kelompok peti kemas tersebut diurutkan kembali berdasarkan berat masing-masing peti kemas tersebut. Pengurutan dilakukan dari peti kemas paling ringan sampai dengan peti kemas paling berat. Ketika peti kemas selesai dikelompokkan baik berdasarkan tujuan maupun berdasarkan berat, maka penyusunan peti kemas ke dalam kapal pun sudah dapat dilakukan. Proses penyusunan dimulai dari peti kemas dengan tujuan paling jauh dan beban paling berat terlebih dahulu.

Penyusunan peti kemas dimulai dari bay paling depan kapal sampai dengan bay paling belakang kapal, atau sesuai dengan urutan nomor bay paling kecil ke nomor bay paling besar. Di dalam bay tersebut, penyusunan dimulai dari bawah geladak kapal ke atas geladak kapal, atau sesuai dengan nomor tier paling kecil ke nomor tier paling besar. Di dalam tier tersebut, penyusunan pun dimulai dari bagian tengah kapal ke bagian pinggir kapal, atau sesuai urutan nomor row paling kecil ke nomor row paling besar.

Proses penyusunan dimulai dengan mengambil sebuah peti kemas dengan tujuan paling jauh dan beban paling berat terlebih dahulu yang sudah diurutkan sebelumnya. Peti kemas tersebut dicoba dimasukkan ke sebuah kapal pengangkut dimulai dari nomor bay, tier, dan row paling kecil terlebih dahulu. Pada saat penyusunan, algoritma mencoba menghitung kesetimbangan kapal pengangkut, jika pada nomor bay, tier, dan row yang dicoba tersebut menghasilkan kesetimbangan yang baik, maka peti kemas tersebut bisa langsung disimpan di nomor bay, tier, dan row kapal tersebut. Proses penyusunan pun berulang terus sampai dengan peti kemas dengan tujuan paling dekat dan beban paling ringan diangkat.

IV. PENGUJIAN

Secara umum, pengujian akan membahas mengenai beberapa kasus pengujian terhadap perangkat lunak yang dibangun. Kasus pengujian tersebut adalah pengujian pembacaan data kapal pengangkut dari data external, pembacaan data list peti kemas dari data external, pembacaan dan penghapusan data kapal pengangkut dari data database, pembacaan dan penghapusan data list peti kemas dari data database, melakukan bongkar-muat otomatis, dan optimasi penataan peti kemas itu sendiri.

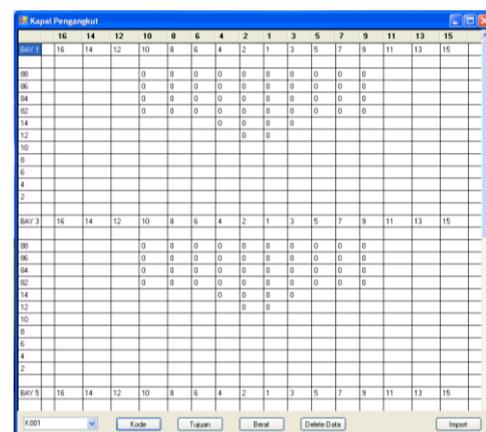
Sesuai dengan tujuan pengujian yang telah didefinisikan sebelumnya, diturunkan enam buah kasus yang digunakan untuk menguji kebenaran dan kinerja perangkat lunak. Rancangan kasus uji untuk TA ini didefinisikan pada Tabel II.

TABEL II
RANCANGAN KASUS UJI

No	Kasus Uji
1	Membaca file <i>external</i> data struktur kapal peti kemas dan memasukkannya ke dalam basis data
2	Membaca file <i>external</i> data list peti kemas yang akan diangkat dan memasukkannya ke dalam basis data
3	Menampilkan dan menghapus data kapal peti kemas dari basis data
4	Menampilkan dan menghapus data list peti kemas dari basis data
5	Melakukan bongkar-muat peti kemas secara otomatis
6	Membuat <i>Stowage Plan</i> yang optimal
7	Melakukan proses bongkar muat sesuai dengan urutan pelabuhan
8	Pada saat selesai penyusunan atau bongkar muat, tingkat kestabilan dapat dibuktikan dengan matematika
9	Melakukan seluruh <i>use case</i> yang ada dengan menggunakan komputer lain yang terhubung melalui <i>internet</i> secara <i>global</i>

A. Kasus Uji 1

Pada pengujian ini, pertama-tama dibuat file kapal pengangkut dengan struktur yang sesuai dengan perangkat lunak yang ada. File tersebut kemudian di-import. Hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 4 yaitu terdapat kapal dengan palka-palka masih kosong.



Gambar. 4 Hasil Kasus Uji 1

B. Kasus Uji 2

Pada pengujian kasus uji 2 ini, sama dengan kasus uji 1 yaitu pertama-tama dibuat file peti kemas dengan struktur yang sesuai dengan perangkat lunak yang ada. File tersebut kemudian di-import. Hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 5.

Nama Data	Kode Peti	Berat	Ukuran	Tujuan
list dua	P1	11243	20	A
list satu	P2	28441	20	C
list dua	P3	27336	20	A
list dua	P4	20696	20	C
list dua	P5	25050	20	C
list dua	P6	26857	20	D
list dua	P7	17889	20	E
list dua	P8	23757	20	D
list dua	P9	11949	20	B
list dua	P10	28113	20	C
list dua	P11	23498	20	A
list dua	P12	27362	20	D
list dua	P13	20433	20	B
list dua	P14	21905	20	A
list dua	P15	26256	20	D
list dua	P16	29020	20	C
list dua	P17	18703	20	B
list dua	P18	19003	20	E
list dua	P19	23558	20	B
list dua	P20	27034	20	D
list dua	P21	11962	20	A
list dua	P22	11803	20	D
list dua	P23	26466	20	A
list dua	P24	12798	20	A
list dua	P25	13671	20	E
list dua	P26	15067	20	B
list dua	P27	28178	20	B
list dua	P28	14067	20	E
list dua	P29	21536	20	E
list dua	P30	19081	20	D

Gambar. 5 Hasil Kasus Uji 2

C. Kasus Uji 3

Pengujian kasus uji 3 ini dilakukan dengan cara memilih file yang sudah ada pada basis data, lalu mencoba membukanya lalu menghapusnya. Hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 6.

Gambar. 6 Hasil Kasus Uji 3

D. Kasus Uji 4

Sama dengan kasus uji 3, kasus uji 4 ini dilakukan dengan cara memilih file yang sudah ada pada basis data, namun kasus ini dilakukan pada data peti kemas, yaitu dengan mencoba membukanya lalu menghapusnya. Hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 7.

Gambar. 7 Hasil Kasus Uji 4

E. Kasus Uji 5

Pada kasus uji 5, pada dasarnya dilakukan setelah kasus uji 6 dilakukan, karena proses bongkar muat dapat terjadi setelah proses penataan dilakukan. Setelah kasus uji 6 selesai di generate, maka dipilihlah suatu lokasi saat ini lalu dilakukan proses bongkar muat. Hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 8. Gambar tersebut dapat dibandingkan dengan Gambar 9 yang merupakan hasil dari kasus uji 6. Hasil dari kasus uji 6 tersebut dilakukan proses bongkar muat pada tujuan A. Setelah selesai dilakukan proses bongkar muat, maka seluruh peti kemas dengan tujuan A akan dihapus dari basis data.

Gambar. 8 Hasil Kasus Uji 5

F. Kasus Uji 6

Kasus uji 6 ini adalah kasus utama yang ada dalam Tugas Akhir ini. Setelah kasus uji 6 selesai di generate, hasilnya seperti yang tampak pada Gambar 9. Dapat dilihat pada gambar bahwa peti kemas dengan tujuan pengiriman A,B,C,D,E tujuan paling jauh (E) berada di palka paling bawah, dan tujuan terdekat (A) berada di palka paling atas.

The screenshot shows a software window titled "Stowage Plan Generator". It features a grid with columns numbered 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4, 2, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 and rows labeled BAY 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15. The grid contains alphanumeric codes (A, B, C, D, E) and numbers (1-15) representing stowage plans. At the bottom, there are input fields for "Kode", "Tahun", "Berat", "Bongkar Muat", and "Generate Stowage Plan".

Gambar. 9 Hasil Kasus Uji 6

This screenshot is similar to Gambar 9 but includes weight statistics at the bottom right: "Total Berat Left = 45548 kg", "Total Berat Mid = 53285 kg", "Total Berat Right = 51488 kg", and "Selisih Left Right = 2938 kg".

Gambar. 11 Hasil Kasus Uji 8a

G. Kasus Uji 7

Kasus uji 7 ini menghasilkan hasil yang tepat dalam proses bongkar muat peti kemas pada kapal pengangkut. Jika urutan pelabuhan adalah A-B-C-D-E, maka bongkar muat yang terjadi akan sesuai dengan urutan pelabuhan tujuan kapal peti kemas tersebut. Gambar 10 menunjukkan tujuan masing-masing peti kemas yang ada, dan tampak jelas bahwa peti kemas telah tersusun berdasarkan urutan tujuan bongkar muat itu sendiri.

This screenshot shows a stowage plan with alphanumeric codes (A-E) and numbers (1-15) arranged in a grid. The bottom interface includes input fields and a "Generate Stowage Plan" button.

Gambar. 10 Hasil Kasus Uji 7

H. Kasus Uji 8

Kasus uji 8 ini membuktikan kapal dalam keadaan stabil baik setelah proses penataan, maupun setelah proses bongkar muat terjadi. Gambar 11 menunjukkan keadaan ketika proses penataan selesai dilakukan. Selisih total berat antara palka di sebelah kiri dan palka di sebelah kanan menunjukkan angka sebesar 2938kg. Hal ini dapat dikatakan sangat stabil dengan acuan maksimum selisih berat sebesar 32.000kg (berat maksimal sebuah peti kemas). Gambar 12 menunjukkan keadaan ketika proses bongkar muat selesai dilakukan. Selisih total berat palka kanan dan kiri menunjukkan angka -30kg, dengan demikian hal ini dapat dikatakan sangat stabil.

This screenshot is similar to Gambar 11 but includes weight statistics at the bottom right: "Total Berat Left = 25990 kg", "Total Berat Mid = 45339 kg", "Total Berat Right = 25005 kg", and "Selisih Left Right = -30 kg".

Gambar. 12 Hasil Kasus Uji 8b

I. Kasus Uji 9

Kasus uji 9 ini menguji fitur untuk mempermudah pengaksesan data secara online dan global. Digunakan 3 atau lebih komputer dimana salah satu komputer digunakan sebagai server dan komputer sisanya digunakan sebagai client. Pengujian dilakukan dengan cara mengeksekusi kasus uji 1 sampai dengan kasus uji 8 dimana masing-masing kasus uji dilakukan di komputer yang berbeda namun menggunakan data terpusat. Hasil yang didapat adalah berhasil, namun penampakan yang dihasilkan 100% sama dengan kasus uji 1-8.

V. ANALISIS

Berdasarkan hasil pengujian, maka dapat dibuat evaluasi sebagai berikut:

1. Optimasi penataan peti kemas berdasarkan urutan bongkar muat sudah berjalan dengan semestinya dan dapat dibuktikan dengan urutan bongkar muat pada suatu pelabuhan tujuan (Kasus Uji 7).
2. Optimasi penataan peti kemas berdasarkan stabilitas kapal pengangkut sudah berjalan dengan semestinya dan dapat dibuktikan dengan matematika dengan cara membandingkan total berat seluruh palka kapal sebelah kiri dan sebelah kanan kapal (Kasus Uji 8).

3. Pengaksesan data secara online dan global memerlukan waktu yang lebih lama tergantung kecepatan koneksi antara client dan server.
4. Seringnya dilakukan pencarian data pada basis data dengan cara sekuensial menyebabkan nilai big O besar yang berdampak pada tingginya proses eksekusi yang menyebabkan waktu eksekusi lebih lama.
5. Diperlukan waktu lebih pada saat menampilkan data stowageplan, karena pada saat penampilan data stowageplan dilakukan penyusunan antarmuka untuk pengguna yang memiliki nilai kompleksitas cukup tinggi.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil selama pengerjaan TA ini adalah:

1. Cara penataan peti kemas di dalam kapal pengangkut agar proses bongkar muat dapat dilakukan dengan mudah adalah dengan menyusun peti kemas dengan tujuan terjauh terlebih dahulu baru ditumpuk dengan peti kemas dengan tujuan yang lebih dekat.
2. Cara penataan peti kemas di dalam kapal pengangkut agar tidak mengganggu stabilitas kapal pengangkut adalah dengan menghitung keseimbangan kapal pada setiap langkah penataan peti kemas
3. Secara umum, algoritma penyusunan peti kemas yang dibuat sudah cukup baik dan menghasilkan hasil yang tepat guna, namun terdapat kesalahan kecil pada sistem pengaksesan database, yaitu terlalu seringnya algoritma mengakses database yang menyebabkan algoritma yang dijalankan memerlukan waktu eksekusi yang lebih lama.
4. Pengembangan algoritma penataan peti kemas pada kapal pengangkut ini cukup sulit karena data kapal pengangkut yang sebenarnya dan literatur tentang optimasi penataan peti kemas pada kapal pengangkut bersifat rahasia karena memiliki nilai jual cukup tinggi.
5. Tingkat keamanan program kurang baik, apalagi jika menggunakan fitur basis data terpusat yang dapat

diakses secara online dan global. Namun fitur yang ada sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

REFERENCES

- [1] Dirgantoro, T. (2011) : Layanan Pelabuhan Tanjung Priok Penataan Areal Seharusnya Jadi Prioritas, <http://www.suarakarya-online.com/news.html?id=287145>, pada 9 November 2011
- [2] Wibowo, H. (2010) : Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Waktu Tunggu Kapal di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, 95 – 97.
- [3] Kartiko (2011) : Tugas Mandiri Kartiko Adi Eriyanto/244 309 087, <http://stmt-bp3ip-xv-2010.blogspot.com/2010/10/tugas-mandiri-kartiko-adi-eriyanto-244.html>, pada 9 November 2011.
- [4] Special export from Bali (2010) : Istilah-Istilah Penanganan Muatan & Transportasi Laut, http://id-id.facebook.com/note.php?note_id=132783720097038&comments, pada 9 November 2011.
- [5] Akbar, N. (2011) : Pengembangan Prototipe Modul Sistem Perencanaan Stowage Berdasarkan Kasus Untuk Penataan Semi-Otomatis Peti Kemas Pada Kapal, 4 – 6.
- [6] Supriyono (2010) : Analisis Kinerja Terminal Petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, 42.
- [7] World Shipping Council (2011) : Dry Cargo Containers, <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/containers/dry-cargo-containers>, pada 17 November 2011.
- [8] SekaiGroups (2011) : Ruang Kapal Peti Kemas, http://www.sekaigroups.com/news_detail.php?news_id=6, pada 17 November 2011.
- [9] Sony (2011) : Container Ship, <http://kapalmania.blogspot.com/2011/01/container-ship.html>, pada 17 November 2011.
- [10] Abdillah, R (2011) : Hatch Cover, <http://berita-kapal.blogspot.com/2011/09/hatch-cover.html>, pada 17 November 2011.
- [11] Schumacher Cargo Logistics (2011) : Cargo Shipping Container Sizes, <http://www.schumachercargo.com/shipping-container-sizes.html>, pada 19 November 2011.
- [12] Putera, A (2011) : Rencana Pengaturan Muatan (Stowage Plan), 1-14
- [13] Nav (2010) : A Sample stowage plan of a general cargo ship, <http://dhakshina.weebly.com/1/post/2010/12/a-sample-stowage-plan-of-a-general-cargo-ship.html>, pada 20 November 2011.
- [14] GDV (2011) : Container Handbook, http://www.containerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?chb_e/stra/stra_01_03_03.html, pada 20 November 2011
- [15] Espinoza, M (2011) : Container Stowage Planning and how it works
- [16] Munir, R (2009) : Diktat Kuliah IF3051 Strategi Algoritma, 26-4