

Simulasi Manajemen Penempatan Barang Pada Gudang Berbasis 3D Menggunakan Metode *Block Stacking*

Erwin Yulianto

Fakultas Teknik, Program Studi Informatika
Universitas Langlangbuana
Jl. Karapitan 116, Bandung
eyulianto@unla.ac.id

Benie Ilman

Fakultas Teknik, Program Studi Informatika
Universitas Langlangbuana
Jl. Karapitan 116, Bandung
benie.ilman@gmail.com

Abstrak - Gudang merupakan salah satu prasarana yang sangat penting dalam dunia industri yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara dalam hal distribusi barang. Penempatan barang secara teratur dan efisien di dalam sebuah gudang merupakan sebuah kewajiban yang harus dilakukan oleh sebuah perusahaan ritel, manufaktur atau jasa ekspedisi untuk mempercepat proses pengiriman dan penerimaan barang. Permasalahan yang muncul antara lain terkait dengan efisiensi penataan barang di dalam gudang sehingga mengakibatkan lamanya waktu keluar masuk barang. Untuk membantu menyelesaikan kesulitan tersebut, maka dibuat sebuah perangkat lunak yang mampu memberikan simulasi bagaimana proses penempatan barang pada gudang secara optimal. Metode pengembangan perangkat lunak yang akan digunakan adalah metode *Prototype*, sedangkan algoritma yang akan diimplementasikan di dalam aplikasi adalah *Block Stacking*. Penelitian ini akan menghasilkan perangkat lunak yang mampu membuat visualisasi 3 dimensi dari simulasi penempatan jumlah barang secara maksimal pada gudang dan secara efisien dari sisi optimasi pemanfaatan ruang.

Kata kunci: *Simulasi; Barang; Gudang; Block Stacking*

I. PENDAHULUAN

Setiap industri ritel maupun manufaktur, baik skala kecil, menengah, atau besar pasti memiliki sarana dan prasarana pendukung kelangsungan usahanya. Salah satu prasarana yang sangat penting dan merupakan bagian akhir dari siklus produksi / ritel adalah tersedianya gudang penyimpanan. Penyimpanan bisa bersifat sementara ataupun jangka panjang tergantung kebutuhan perusahaan. Masalah-masalah yang sering terjadi dalam penempatan barang di beberapa perusahaan adalah penempatan berdasarkan metode FIFO, artinya barang-barang yang masuk terlebih dahulu tersimpan di posisi terdekat dari pintu masuk. Hal ini akan menimbulkan masalah dalam hal banyaknya ruang terbuka yang tidak dimanfaatkan oleh barang-barang lain yang seharusnya bisa masuk ke dalam gudang.

Kondisi gudang saat ini terlihat bahwa seolah-olah kapasitas penyimpanannya sudah melebihi batas yang dibuktikan dari adanya barang-barang yang diletakkan di lantai luar gudang. Efek berantai yang bisa terjadi adalah terjadi selisih antara jumlah barang yang tercatat dengan stok barang di dalam gudang pada saat rekonsiliasi *stock opname*. Efek lainnya adalah penambahan biaya yang tidak perlu untuk penyewaan gudang di tempat lain dan penggantian barang-barang hilang. Tingginya tingkat penggunaan gudang membuat efisiensi waktu dan ruang menjadi penting. Pengaturan yang tepat dan cepat dalam penggunaan ruang gudang termasuk urutan pengalokasian barang yang masuk secara tepat sangat diperlukan.

Langkah yang digunakan untuk mengatasi hal tersebut adalah membuat suatu sistem simulasi penempatan barang yang berfungsi untuk mengalokasikan urutan barang-barang yang masuk ke dalam gudang dan menempatkannya sesuai dengan aturan penempatan yang tepat dan optimal.

II. METODE

A. Landasan Teori

A.1. Simulasi

Menurut Shannon (1975), simulasi merupakan sebuah proses perencanaan model dari sistem nyata yang dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap model untuk mempelajari perilaku sistem atau evaluasi strategi [7]. Pembentukan model besar sistem secara tradisional, telah melalui model matematis yang mencoba untuk menemukan solusi analitis untuk masalah dan memungkinkan untuk memprediksi perilaku sistem dari satu set parameter dan kondisi awal, sedangkan simulasi komputer menggunakan beberapa algoritma dari model matematika murni. Komputer dapat menggabungkan simulasi dengan realitas atau peristiwa aktual seperti menghasilkan respon masukan (*input*) untuk mensimulasikan subjek tes yang tidak lagi hadir.

Beberapa jenis simulasi antara lain :

1. Menurut sifat dan waktu :
 - a. Simulasi Statis, merupakan simulasi model yang menggambarkan suatu sistem atau proses yang tidak dipengaruhi oleh waktu atau terjadi pada saat-saat tertentu saja. Contoh: Simulasi Monte Carlo
 - b. Simulasi Dinamis, merupakan simulasi model yang dipengaruhi oleh waktu. Simulasi ini kebalikan dari simulasi statis. Contoh: Simulasi kedatangan mobil ke dalam jalan tol
2. Simulasi menurut ada tidaknya peubah acak :
 - a. Simulasi Deterministik, merupakan simulasi yang menggambarkan suatu proses yang pasti terjadi.
 - b. Simulasi Stokhastik atau Probabilistik, merupakan simulasi yang menggambarkan suatu proses yang mengandung unsur ketidakpastian.
3. Simulasi menurut peubah acaknya :
 - a. Simulasi Diskrit, merupakan simulasi dari suatu proses yang komponen-komponen sistemnya bersifat diskrit. Contoh: Simulasi kedatangan pembeli pada supermarket
 - b. Simulasi Kontinu, merupakan simulasi dari suatu proses yang komponen-komponen sistemnya bersifat kontinu.
 - c. Simulasi Campuran, merupakan simulasi dari suatu proses yang komponen-komponen sistemnya ada yang bersifat diskrit dan ada yang bersifat kontinu.
 - d. Simulasi Monte Carlo, merupakan simulasi yang menggunakan data empiris sebagai dasar.
2. Kegunaan Barang Dalam Hubungannya Dengan Barang Lain, dibedakan kedalam barang substitusi dan barang komplementer :
 - a. Barang Substitusi, barang yang mempunyai kegunaan untuk menggantikan barang lain, seperti halnya bus dapat menggantikan angkutan kereta api, jagung mampu menggantikan beras sebagai kebutuhan pokok masyarakat.
 - b. Barang Komplementer, barang yang mempunyai kegunaan dalam melengkapi barang lain sehingga dapat bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan manusia apabila digunakan secara bersama-sama. Misalnya bensin dengan kendaraan, dan tinta dengan pena.
3. Proses Produksinya, terbagi ke dalam barang mentah, barang setengah jadi, dan juga barang jadi:
 - a. Barang Mentah, yaitu barang yang belum mengalami suatu proses produksi (pengolahan), dan akan dijadikan sebagai bahan yang laku dalam proses produksi. Misalnya kapas, kayu gelondongan, dan beras.
 - b. Barang Setengah Jadi, merupakan barang yang telah mengalami proses produksi, namun belum dapat digunakan dalam memenuhi kebutuhan manusia secara sempurna karena harus dilakukan proses pengolahan kembali, misalnya kapas menjadi benang, kayu menjadi papan, dan beras menjadi tepung.
 - c. Barang Jadi, adalah barang yang telah mengalami proses produksi secara tuntas atau sempurna dan mampu untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan. Contohnya, kue, meja, pakaian dan juga kursi.

A.2. Barang

Barang adalah produk yang berwujud fisik, bisa dilihat, dirasa, diraba, disentuh, disimpan, dan dapat diperlakukan secara fisik lainnya. [3]

Jenis-jenis barang dapat dibedakan menjadi tiga buah pengklasifikasian :

1. Berdasarkan Cara Memperolehnya, dibedakan menjadi barang bebas dan juga barang ekonomi :
 - a. Barang Bebas, adalah sarana pemuas kebutuhan yang untuk memperolehnya tidak diperlukan suatu pengorbanan sumber daya ekonomi. Contoh dari barang bebas antara lain udara, sinar matahari, air, dsb.
 - b. Barang Ekonomi, sarana pemuas kebutuhan dimana untuk memperolehnya dibutuhkan suatu pengorbanan sumber daya ekonomi. Barang ekonomi dibedakan menjadi barang konsumsi dan barang produksi. Misalnya pakaian, makanan dan juga rumah.

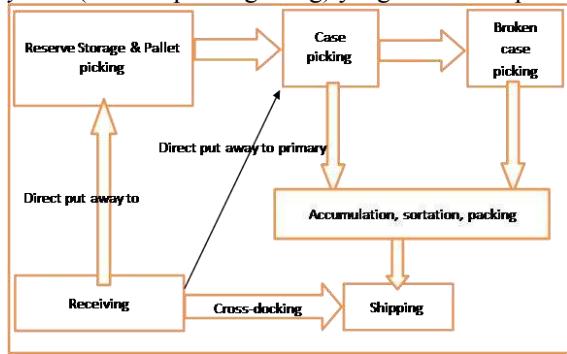
A.3. Gudang

Gudang adalah sebuah bangunan yang berfungsi sebagai penyimpanan barang-barang. Gudang sangat berperan penting dalam bisnis manufaktur, *export* impor, grosir, ritel, dan transportasi. Sebuah gudang biasanya dilengkapi dengan *loading docks* yang berfungsi untuk mengangkut atau menurunkan barang. Perlengkapan yang dibutuhkan biasanya berupa *crane*, *forklift*, dan *pallets*. Tujuan sebuah gudang adalah untuk menyimpan produk sampai dengan produk tersebut diminta oleh pelanggan, sehingga gudang berperan dalam menghubungkan antara fasilitas produksi dengan pelanggan atau pemasok.

Lambert & Stock (2001:390) dalam *Strategic Logistics Management* mendefinisikan pergudangan sebagai bagian dari sistem logistik perusahaan yang menyimpan produk-produk (bahan mentah, komponen/suku cadang, barang dalam proses/barang setengah jadi, barang jadi) pada dan antara titik sumber sampai pada titik konsumsi, dan menyediakan

informasi kepada manajemen mengenai status, kondisi dan disposisi dari item-item yang disimpan [2].

Aktivitas yang mendominasi di gudang lebih banyak pada kegiatan mencari, mengambil, menyiapkan, sampai menyerahkan barang yang diminta (*order picking*) sebagaimana gambar 1 di bawah ini. Desain *layout* gudang merupakan pengaturan tata letak yang mengikuti *order picking system* (sistem operasi gudang) yang telah ditetapkan.

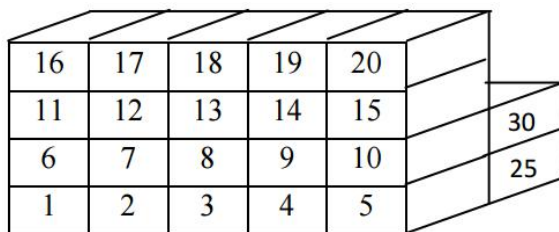


Gambar 1. Fungsi Aliran Aktivitas Gudang

A.4. Block Stacking

Block stacking adalah metode penataan barang dalam gudang. Dalam metode ini barang ditumpuk ke arah atas dan disimpan berjajar menjadi sebuah baris atau blok. Barang ditumpuk dengan ketinggian tertentu berdasarkan kriteria seperti berat beban, ketinggian yang diijinkan dan kapabilitas forklift gudang. Barang yang disimpan dalam metode ini dapat diambil dengan metode LIFO [1].

Metode ini tidak memakan biaya karena tidak memerlukan rak dan dapat dilakukan di berbagai tipe gudang dengan lahan yang terbuka luas. Secara umum prioritas pemilihan posisi barang dalam sistem ini dapat digambarkan sebagaimana gambar 2 berikut.



Gambar 2. Prioritas Pengisian Posisi Barang

Penataan posisi barang pada blok dilakukan mulai dari ujung kiri bawah (nomor 1) dengan prioritas ke kanan, bila barang sudah tidak mungkin maka diulangi lagi dari kiri dengan posisi tumpukan di atasnya.

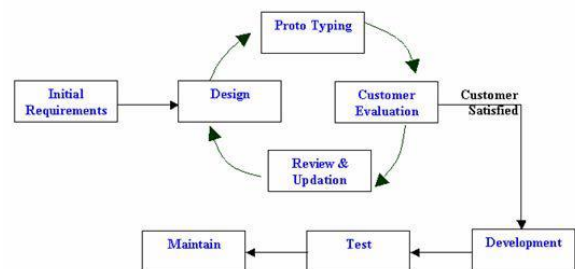
B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode deskriptif, yaitu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antarfenomena yang diselidiki. [6]

Aktivitas-aktivitas dari metode deskriptif yang digunakan, antara lain [4] :

1. Penelitian analisa pekerjaan dan aktivitas, merupakan penelitian yang ditujukan untuk menyelidiki secara terperinci aktivitas dan pekerjaan manusia, dan hasil penelitian tersebut dapat memberikan rekomendasi-rekomendasi untuk keperluan masa yang akan datang. Kegiatan yang dilakukan yaitu studi observasi dengan melakukan peninjauan dan pengamatan langsung ketika proses penyimpanan dan pengiriman barang di dalam gudang sedang berlangsung.
2. Penelitian perpustakaan, merupakan kegiatan mengamati berbagai literatur yang berhubungan dengan pokok permasalahan yang diangkat baik itu berupa buku, makalah ataupun tulisan yang sifatnya membantu sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam proses penelitian. Kegiatan yang dilakukan yaitu studi pustaka dengan mempelajari berbagai pedoman internal, referensi, dan situs.

Selain metode deskriptif, juga dilakukan tahapan-tahapan SDLC (*Software Development Life Cycle*) dengan memakai model *prototype* sebagaimana gambar 3 berikut.



Gambar 3. Model Prototype

Penggunaan model *prototype* ini didasari dengan sulitnya mendapatkan informasi rinci mengenai parameter input ke dalam sistem, kebutuhan pengolahan dan persyaratan keluaran. Model ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan bereksperimen dengan representasi produk yang didesain. Proses pengembangan akan berlanjut ketika

pengguna puas dengan prototipe yang sudah dirancang.

Beberapa kelebihan model *prototype* :

1. Perancang dan pengembang perangkat lunak dapat memperoleh umpan balik dari pengguna di awal proyek
2. Pengguna dapat membandingkan jika perangkat lunak yang dibuat sesuai dengan spesifikasi rancangan awal perangkat lunak
3. Memungkinkan pengembang perangkat lunak mengetahui ketepatan perkiraan awal proyek, tenggang waktu dan target yang diajukan dapat terpenuhi

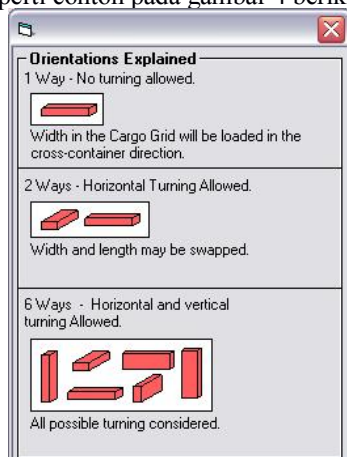
III. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini membutuhkan parameter-parameter awal yang menjadi data masukan sebelum dilakukan pengolahan data optimalisasi penempatan barang pada gudang menggunakan metode *block stacking*. Rincian parameter masukan yang digunakan antara lain :

1. Panjang, Lebar, dan Tinggi Gudang
2. Panjang, Lebar, dan Tinggi Barang
3. Jumlah Barang

Asumsi-asumsi yang harus diperhatikan di dalam penelitian ini, yaitu :

1. Barang berbentuk *rectangular box* (balok / kubus) dimana berat barang tidak berpengaruh satu sama lain di dalam tumpukan.
2. Simulasi yang dibuat berfungsi untuk mencari urutan barang yang akan ditata sehingga kapasitas gudang dapat digunakan secara maksimal sekaligus perhitungan waktu yang dibutuhkan
3. Simulasi mampu melakukan dua buah transformasi barang yaitu translasi dan rotasi seperti contoh pada gambar 4 berikut



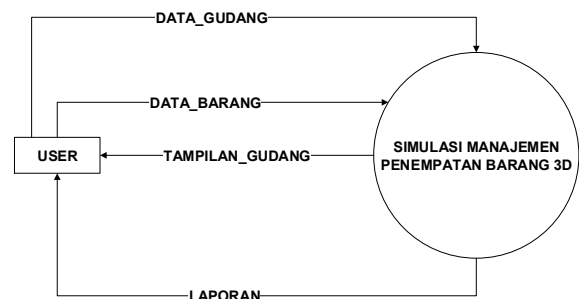
Gambar 4. Transformasi Barang

4. Tampilan gudang hanya dapat dilihat dari satu sudut pandang.
5. Aplikasi menyajikan informasi lokasi untuk penyimpanan (*Put Away Location Suggestion*) dan informasi lokasi untuk pengambilan

(*Picking Location*) serta pembuatan laporannya.

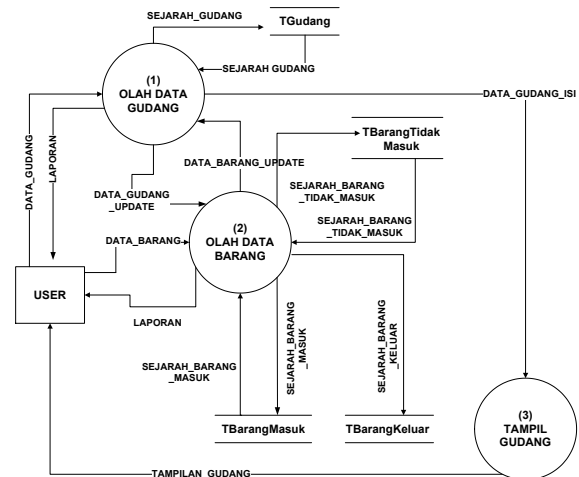
Desain simulasi yang digunakan memakai perancangan terstruktur yaitu *Data Context Diagram* (DCD) / *Data Flow Diagram* (DFD), yaitu teknik pemodelan secara grafis yang menggambarkan aliran data dalam suatu sistem serta fungsi - fungsi dari proses yang terlibat dalam transformasi aliran data tersebut.

Data Context Diagram (DCD) sendiri berguna untuk menggambarkan perancangan secara keseluruhan dan menampilkan semua masukan dan keluaran dari sistem atau aplikasi. DCD dari Manajemen Penempatan Barang Pada Gudang Berbasis 3D Menggunakan Metode *Block Stacking* dapat digambarkan sebagaimana gambar 5 berikut.

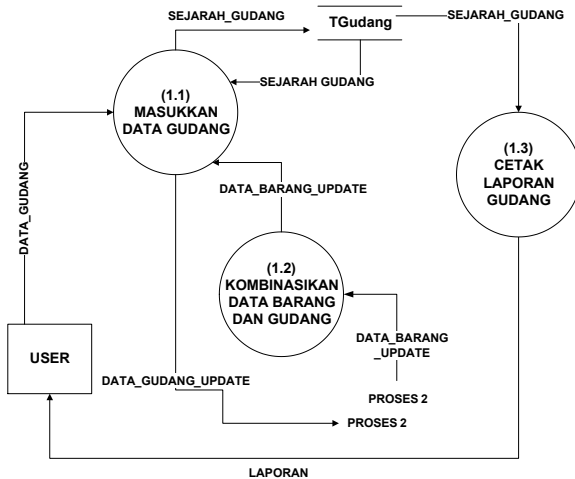


Gambar 5. Data Context Diagram

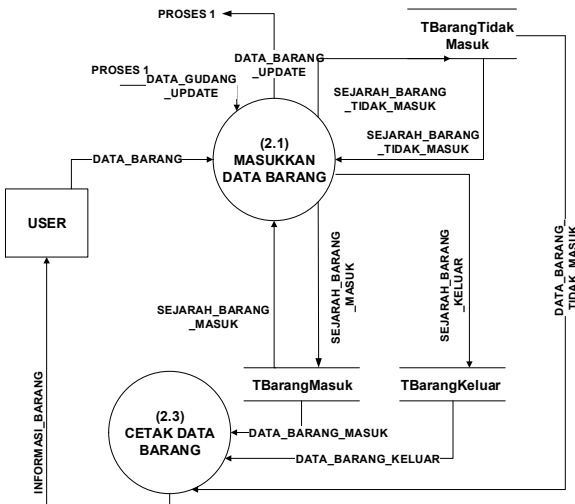
Dari DCD di atas, dapat diturunkan ke dalam beberapa *Data Flow Diagram* sebagaimana gambar 6 - 8 di bawah ini.



Gambar 6. Data Flow Diagram Level 1



Gambar 7. Data Flow Diagram Level 2 Proses 1



Gambar 8. Data Flow Diagram Level 2 Proses 2

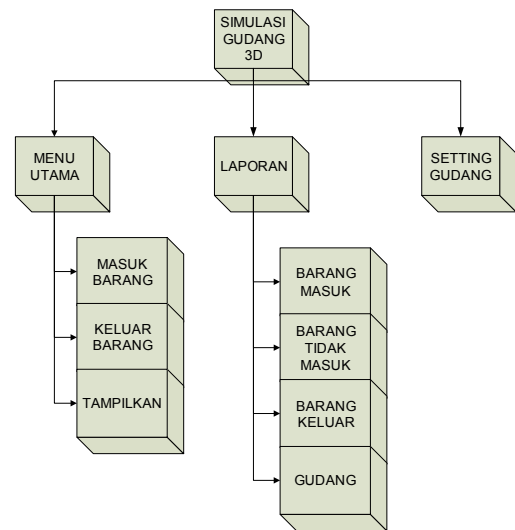
Terkait dengan pemodelan data dari simulasi manajemen penempatan barang di atas, digunakan *Entity Relationship Diagram* yaitu suatu model data yang didasarkan pada kumpulan objek-objek dasar seperti atribut (*field* yang tersimpan pada basis data), entitas (objek yang mempunyai atribut-atribut untuk menjelaskan objek tersebut), dan *Relationship* (hubungan yang menghubungkan antar entitas). Kamus data dari masing-masing entitas yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

TABEL 1. KAMUS DATA

Data	Kamus Data
Data_Gudang	[PanjangGudang + LebarGudang + TinggiGudang + VolumeGudang + JumlahBarangMasuk + JumlahBarangTidakMasuk + TotalNilaiBarangMasuk + TotalNilaiBarangTidakMasuk + TotalVolumeBarangMasuk + TotalVolumeBarangTidakMasuk]
Data_Barang	[KodeBarang + PanjangBarang + LebarBarang + TinggiBarang + NilaiBarang + TanggalWaktuMasuk +

	X1 + Y1 + Z1 + X2 + Y2 + Z2 + TanggalWaktuKeluar]
TampilanGudang	/* Tampilan dari gudang yang sudah terisi dengan barang-barang dengan pemakaian kapasitas optimal */
Informasi_Barang	[Laporan_Barang_Masuk + Laporan_Barang_Keluar + Laporan_Barang_Tidak_Masuk]
Informasi_Gudang	/* Informasi umum dari gudang yang isinya jumlah barang, total nilai dari barang, sisa volume, dan sebagainya */
Sejarah_Gudang	/* Sejarah gudang yang berisi apa saja barang yang masuk, barang yang tidak masuk dan barang keluar dalam 10 transaksi terakhir */
Data_Gudang_Isi	/* Data gudang yang sudah diupdate setelah memasukkan data gudang baru */
Data_Barang_Update	/* Data barang yang sudah diupdate setelah memasukkan data barang baru */
Sejarah_Barang_Tidak_Masuk	/* Data barang tidak masuk lama (sebelumnya) */
Sejarah_Barang_Masuk	/* Data barang masuk lama (sebelumnya) */
Sejarah_Barang_Keluar	/* Data barang keluar lama (sebelumnya) */

Simulasi manajemen penempatan barang ini terdiri dari beberapa modul yang terintegrasi. Struktur aplikasi simulasi dapat dilihat sebagaimana gambar 9 di bawah ini.

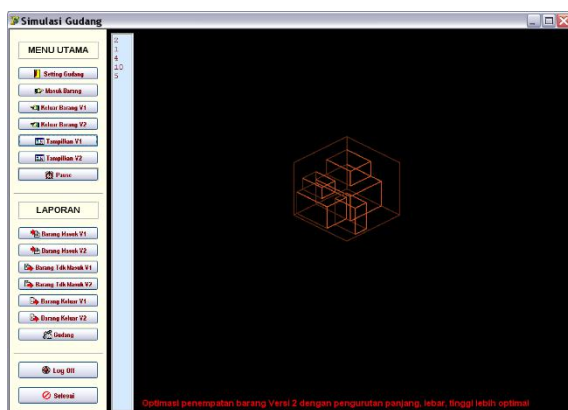


Gambar 9. Site Map Simulasi

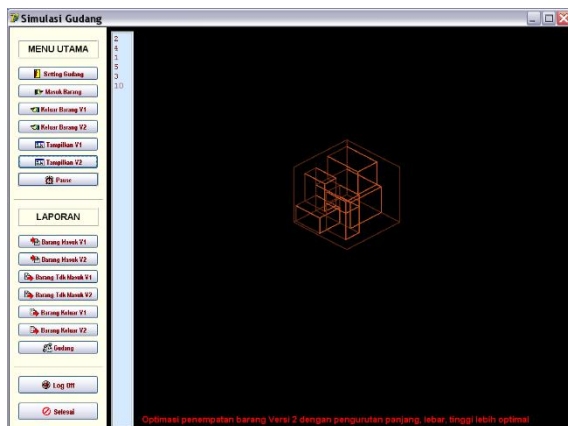
Berikut implementasi antar muka dari pengembangan simulasi manajemen penempatan barang berbasis 3D menggunakan metode *block stacking* dapat dilihat pada gambar 10 – 15 berikut.

Gambar 10. Parameter Gudang

Gambar 11. Parameter Barang



Gambar 12. Simulasi Manajemen Penempatan Barang (Transformasi 1)



Gambar 13. Simulasi Manajemen Penempatan Barang (Transformasi 2)

Gambar 14. Parameter Laporan

LAPORAN BARANG MASUK

Kode Barang	Tanggal Masuk	Panjang Brg	Lebar Brg	Tinggi Brg	Volume
2	12/13/2007	65	50	47	17.719
1	12/13/2007	45	30	28	4.788
4	12/13/2007	57	36	41	8.4132
10	12/13/2007	36	25	21	1.89
5	12/13/2007	38	21	50	3.99

LAPORAN BARANG TIDAK MASUK

Kode Barang	Panjang Brg	Lebar Brg	Tinggi Brg
7	47	46	58

LAPORAN BARANG KELUAR

Kode Barang	Tanggal Keluar	Panjang Brg	Lebar Brg	Tinggi Brg
3	12/13/2007	36	25	48
4	12/13/2007	57	36	41

Gambar 15. Tampilan Laporan

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan diskusi dari Simulasi Manajemen Penempatan Barang Pada Gudang Berbasis 3D Menggunakan Metode Block Stacking di atas, kesimpulan yang didapat antara lain :

1. Optimasi ruang dengan metode *block stacking* tergantung dari parameter ukuran barang dan ukuran gudang yang diinputkan.
2. Parameter ukuran barang berpengaruh terhadap optimalisasi ruang pada gudang, dimana semakin besar nilai ukuran barang, semakin kecil kemungkinan menemukan solusi paling optimal.
3. Simulasi dapat memudahkan petugas gudang dalam mengontrol proses keluar masuk barang di gudang.
4. Simulasi mampu merekam *history* transaksi dari barang masuk, barang tidak masuk, barang keluar, dan laporan gudang sehingga mampu mencerminkan proses sesungguhnya yang terjadi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya panjatkan puji dan syukur ke hadhirat Allah SWT karena atas segala rahmat dan limpahan karunia-Nya, akhirnya jurnal penelitian kami dengan judul Simulasi Manajemen Penempatan Barang Pada Gudang Berbasis 3D Menggunakan Metode *Block Stacking* bisa diselesaikan dengan baik. Seuntai ucapan terima kasih bagi Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana yang telah berjasa dalam membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga hasil penelitian kami bisa dipublikasikan melalui jurnal Tiarsie edisi terbaru ini.

Semoga jurnal ini mampu membuat penyegaran baru bagi civitas akademika Universitas Langlangbuana dan dapat meningkatkan keinginan dari para dosen untuk membuat karya tulis yang ternyata dapat menghasilkan dan memberi manfaat bagi banyak orang.

DAFTAR PUSTAKA

1. A. Hambali, "Simulasi Alokasi Penyimpanan Barang Pada Gudang", Institut Teknologi Surabaya, Surabaya, 2009
2. D.M. Lambert, J.R., Stock, "*Strategic Logistic Manajement, Fourth Edition*", Mc Graw Hill, New York, 2001
3. F Tjiptono. "Strategi Pemasaran", Andi Offset, Yogyakarta, 1999
4. K Kartono, "Pengantar Metodologi *Research Sosial*", Mandar Maju, Bandung, 1986
5. *Logistics & Supply Chain Center (LOGIC)*, "*Truck Loading*", Jurusan Teknik Industri, Universitas Widyatama, Bandung, 2006
6. Nazir, "Metode Penelitian", Ghalia Indonesia, Jakarta, 1988
7. R.E. Shannon, "*Systems Simulation the Art and Science*", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J, 1975
8. W. Rusmandoko, Simulasi Manajemen Penempatan Barang Pada Sebuah Gudang Konveksi *Ravage Industry* Berbasis 3D, Jurusan Teknik Informatika, Universitas Widyatama, Bandung, 2007