

# Perbaikan Tata Letak Gudang Mesin Fotokopi Rekondisi di CV. NEC, Surabaya

**Indri Hapsari<sup>† 1</sup> dan Albert Sutanto<sup>2</sup>**

Teknik Industri – Universitas Surabaya

Jl. Raya Kalirungkut Surabaya

Email: indri@ubaya.ac.id

alb3rt\_j3n@yahoo.co.id<sup>2</sup>

**Jerry Agus Arlianto**

Teknik Industri – Universitas Surabaya

Jl. Raya Kalirungkut Surabaya

Email: jerry@email.address

## **Abstract**

*Perusahaan yang bergerak dalam usaha fotokopi ini memiliki tiga jenis gudang yaitu gudang mesin fotokopi, gudang sparepart, dan gudang toner. Pada gudang mesin fotokopi terjadi permasalahan tata letak yang tidak teratur sehingga mempersulit proses pencarian dan pengambilan mesin. Pengaturan gudang pada gudang mesin fotokopi dilakukan berdasarkan metode Dedicated Storage untuk gudang mesin yang di lantai satu, sedangkan pada lantai dua digunakan gabungan metode Randomized Storage dan Class Based Storage. Sebagai pembandingan antara metode awal perusahaan digunakan parameter jarak dan waktu pengambilan mesin dari gudang. Total jarak pada metode awal 1417,02 meter dengan waktu pengambilan sebesar 3767,04 detik. Sedangkan pada metode usulan didapatkan total jarak yang lebih singkat yaitu 484,78 meter dengan waktu pengambilan sebesar 1473,56 detik.*

**Keywords:** Warehouse Management System, Randomized Storage, Dedicated Storage, Class Based Storage, mesin fotokopi, rekondisi

## **1. PENDAHULUAN**

CV. Never Ending Copier (NEC) adalah perusahaan distributor yang bergerak dalam bidang mesin fotokopi bekas (rekondisi), penjualan suku cadang, dan tinta fotokopi serta menerima *service* bagi mesin fotokopi yang rusak. Seiring dengan berjalannya waktu dan maraknya pembukaan industri jasa fotokopi yang ada menjadikan CV.NEC sebagai salah satu pemasok yang menangani kebutuhan dari industri-industri tersebut baik di kota Surabaya maupun industri yang berada di luar pulau Jawa. CV. NEC mendatangkan mesin-mesin bekas pakai dari luar negeri (Hongkong dan Singapura) untuk dijual kembali di Indonesia dengan harga jauh lebih murah dibandingkan mesin baru. Sebelum mesin dijual, akan dilakukan pengecekan total terhadap kondisi mesin yang biasanya akan dilakukan pada ruang *service* dan pengecatan, apabila mesin tersebut memiliki kondisi yang buruk maka akan dilakukan *cleaning* dan *service* terhadap mesin. Perusahaan memiliki gudang yang cukup besar untuk menampung persediaan mesin fotokopi, suku cadang serta tinta mesin

fotokopi guna memenuhi permintaan dari pelanggan. Gudang terdiri dari 2 lantai yang tiap lantainya memiliki luas 400 m<sup>2</sup>, karena banyaknya jumlah dan tipe mesin menyebabkan pemilik usaha juga memanfaatkan lantai 2 sebagai gudang mesin serta tempat untuk *service* yang menggunakan *lift* barang sebagai alat transportasi antar lantai. CV. NEC memiliki 3 jenis gudang yaitu: gudang mesin fotokopi, gudang suku cadang, dan gudang *toner* fotokopi. Gudang mesin terdiri dari lantai satu dan dua, gudang toner terdapat pada lantai dua, sedangkan gudang *spare-part* terdapat pada lantai satu.

Mesin-mesin yang berasal dari tempat *service* mesin dan sudah siap untuk dijual ke konsumen akan dimasukkan ke gudang mesin. Apabila di gudang mesin yang berada di lantai satu tidak dapat menampung persediaan mesin maka akan dialokasikan ke gudang mesin pada gudang kedua. Pada gudang mesin yang berada di lantai satu, mesin-mesin yang ada diletakkan secara acak sehingga kondisi gudang terlihat tidak beraturan karena untuk jenis yang sama dapat terpisah jauh jaraknya satu sama lain. Tidak terdapat

pengelompokan mesin berdasarkan jenis barang, belum adanya pengalokasian *space* berdasarkan proses *fast moving* dan *slow moving*, dan tidak adanya proses FIFO pada penataan gudang mesin *fotokopi*. Jenis barang yang berada pada lantai satu juga tidak lengkap sehingga pada saat transaksi penjualan berlangsung seringkali karyawan perusahaan harus mengambil barang dari lantai dua ke lantai satu untuk dilakukan percobaan mesin oleh konsumen, hal ini menyebabkan konsumen menunggu lama pada saat karyawan tersebut mengambil mesin.

Selama ini apabila ada mesin yang datang akan diletakkan secara acak, tidak teratur dan tidak dikelompokkan berdasar tipe. Hal ini membuat jika perusahaan ingin mengeluarkan mesin dari gudang akan membutuhkan waktu yang lama dan harus membongkar beberapa mesin untuk tempat keluarnya mesin. Jumlah mesin yang tersedia dalam gudang selama ini berkisar antara 100 – 150 mesin, untuk itu diperlukan penataan gudang mesin agar dapat dikelompokkan berdasarkan tipe mesin dan aliran keluar-masuk mesin yang berada dalam gudang.

Pergudangan menurut Heragu (1997) adalah aktivitas yang memakan waktu tetapi tidak memberikan nilai tambah pada produk, hal ini dikarenakan aktivitas pergudangan membutuhkan tenaga, waktu, yang secara tidak langsung membutuhkan biaya, namun tidak menambahkan sesuatu yang berarti pada suatu barang. Namun, keberadaan *gudang* sangat penting dalam suatu perusahaan. Adanya gudang sebagai tempat penyimpanan persediaan barang dapat melancarkan proses perdagangan bagi perusahaan, yaitu dapat membantu memenuhi permintaan konsumen dengan waktu yang lebih fleksibel.

Fungsi utama dari gudang selain sebagai tempat penyimpanan barang sementara, terdapat beberapa fungsi lain yang tidak kalah penting, yaitu sebagai sarana distribusi ke konsumen, karena gudang menerima berbagai macam barang dalam jumlah besar dari beberapa sumber untuk kemudian dipilah-pilah secara manual maupun otomatis sesuai dengan permintaan dari konsumen dan dikirim secara langsung. Kemudian sebagai sarana untuk memisahkan dan menyimpan material berbahaya yang penyimpanannya tidak dapat dicampur dengan barang-barang lainnya. Selain itu sebagai sarana mengantisipasi lonjakan permintaan dari konsumen.

Karakteristik produk yang akan disimpan akan membedakan gudang menjadi tempat penyimpanan bahan baku yang dibutuhkan tiap proses produksi, penyimpanan hasil proses yang masih setengah jadi, dan penyimpanan hasil akhir dari proses produksi. Terkait dengan proses produksi, terdapat gudang penyimpanan bagian-bagian dari suatu produk yang akan dirakit, penyimpanan hasil produksi yang akan di - *rework*, dan penyimpanan sementara hasil produksi yang rusak atau salah proses dan

tidak dapat di - *rework* lagi, sebelum dibuang atau dijual ke pihak lain (Apple, 1990). Selain itu terdapat gudang yang menyimpan produk yang digunakan untuk menunjang proses kelancaran produksi, misalnya: proses *packing*, *labeling*, dan lain-lain.

Setelah diketahui beberapa jenis masalah penyimpanan yang potensial dalam perusahaan, perlu dipertimbangkan prosedur perancangan fasilitas yang dibutuhkan. Tujuan umum dari metode penyimpanan barang adalah untuk menggunakan volume bangunan secara maksimum, menggunakan waktu, karyawan, dan peralatan secara efektif, mempermudah pencarian dan pengambilan produk, serta menata barang secara rapi dan tersusun.

Heragu (1997) menyatakan ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyimpan barang di gudang, yaitu *Dedicated*, *Randomized*, *Class Based* dan *Shared Storage*. Metode *Dedicated* menyimpan produk berdasarkan tipenya, sehingga memudahkan pencarian. Kekurangan dari metode ini adalah utilisasi ruang rendah karena lokasi produk tidak dapat diubah-ubah atau digunakan oleh produk yang lain walaupun lokasi tersebut kosong. Metode *Randomized* merupakan kebalikan dari metode *Dedicated*. Metode ini tidak mewajibkan lokasi yang tetap untuk suatu produk. Produk yang datang diletakkan di sembarang tempat yang terdekat dengan pintu masuk atau pintu keluar. Kekurangannya adalah jika jumlah produk yang dialokasikan banyak dan bermacam-macam jenisnya, maka waktu pencarian dan pengambilan produk menjadi lama. Metode *Class Based Storage* merupakan metode yang didasarkan pada penelitian diagram Pareto bahwa negara yang memiliki populasi dengan persentase terkecil memiliki banyak jutawan. Contoh: suatu perusahaan memperoleh 80% keuntungan dari 20% produk yang disimpan, 15% dari 30% produk dan 5% dari 50% produk. Dari data tersebut dapat diperoleh pembagian kelasnya, yaitu: antara 0%-5% dari total pendapatan termasuk dalam kelas C, 5%-20% kelas B, dan 20%-80% termasuk kelas A. Kelas A diletakkan di dekat pintu masuk-keluar untuk menghemat waktu penyimpanan, kelas B diletakkan sesudah kelas A, dan seterusnya. Metode *Shared Storage Policy* mengambil keuntungan dari perbedaan waktu penyimpanan. Untuk menerapkan metode ini sebelumnya harus mengetahui waktu kapan produk akan masuk dan kapan akan keluar, sehingga lokasi produk yang keluar dapat diisi oleh produk yang akan masuk. Pengalokasian lokasi yang kosong tetap memperhatikan tingkat kelas dari produk seperti pada metode *Class Based Storage*.

Selain keempat metode diatas, perlu diperhatikan juga hal-hal seperti *complementarity*, *compatibility*, *popularity* dan *size* dalam menentukan metode penyimpanan barang di gudang. *Complementarity* merupakan faktor kedekatan antara item yang satu dengan yang lain. Faktor ini berpengaruh penting dalam menentukan rute pengambilan.

*Compatibility* adalah faktor kesesuaian dalam penempatan barang. Misalnya zat kimia tidak boleh diletakkan dekat bahan bakar. Sedangkan *popularity* menandakan pergerakan tiap item yang berbeda satu sama lain, dimana biaya perpindahan bahan berhubungan dengan jarak perjalanan dalam gudang. Terakhir adalah *size* yang meliputi dimensi produk dan juga dimensi *pallet* yang digunakan apabila menggunakan sistem *pallet*.

Penggolongan barang berdasarkan kategori karakteristik produk dapat dibedakan menjadi *slow moving* atau *fast moving*. *Slow moving* untuk jenis barang yang permintaannya sedikit, sehingga perpindahannya lambat, sedangkan *fast moving* untuk jenis barang yang permintaannya relatif tinggi, sehingga perpindahannya cepat.

## 2. METODE

Ada beberapa tahapan yang harus dilalui agar arah pembahasan yang dilakukan dapat terstruktur dengan baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Tiap langkah dalam metode penelitian ini merupakan gambaran dari hal apa saja yang perlu dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan dari penelitian.

Sebelum melakukan penelitian, maka dilakukan pengamatan awal untuk mendapatkan gambaran awal tentang kondisi riil perusahaan. Pengamatan awal dilakukan dengan melakukan *survey* ke lokasi perusahaan dan melakukan wawancara secara langsung dengan pihak perusahaan dalam hal ini langsung ke pemiliknya sehingga diperoleh data wawancara yang akurat dan berguna bagi penelitian. Dari pengamatan ini dapat terlihat bagaimana gambaran umum dari perusahaan untuk mempermudah apa saja yang akan diteliti dalam perusahaan. Identifikasi masalah juga diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan dan pengamatan. Setelah mengetahui masalahnya adalah penataan tata letak gudang mesin fotokopi yang belum teratur dan rapi sehingga saat akan mengeluarkan mesin dibutuhkan waktu yang lama, maka tujuan penelitian adalah perancangan tata letak dan alokasi ruangan untuk masing-masing tipe mesin fotokopi.

Dalam melakukan penelitian, penting bagi peneliti berpedoman pada beberapa konsep dan teori sebagai landasan dan kerangka berpikir sehingga tujuan peneliti dapat tercapai. Teori-teori ini didapatkan dengan membaca berbagai literatur baik dari buku maupun dari jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang ada di perusahaan yang kemudian dapat digunakan sebagai panduan untuk mengolah, menganalisis serta menyelesaikan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan.

Suatu penelitian harus didukung oleh data-data yang tepat dan menunjang, sehingga dilakukanlah pengumpulan data. Data yang dikumpulkan berdasarkan data yang telah ada atau yang dimiliki perusahaan yaitu data primer dan

data sekunder. Data primer berupa data hasil pengamatan langsung saat kunjungan ke perusahaan. Data primer yang dapat dikumpulkan berupa dimensi dan tata letak gudang pada lantai satu dan dua. Sedangkan data sekunder berupa dokumen tertulis dari perusahaan. Data sekunder yang dapat dikumpulkan adalah data penjualan dan pembelian mesin dan data jumlah mesin yang di - *service* tiap bulan.

Pengolahan data pada gudang mesin fotokopi adalah dengan merancang perbaikan tata letak gudang dan mengatur tata letak mesin fotokopi dengan menerapkan metode tata letak *Dedicated Storage*, *Class Based Storage*, dan *Randomized Storage*. Analisis hasil pengolahan data dilakukan dengan membandingkan total jarak dan waktu pengambilan mesin dari gudang mesin fotokopi antara tata letak awal perusahaan dengan tata letak usulan yang menggunakan metode tata letak *Dedicated Storage*, *Class Based Storage*, dan *Randomized Storage*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan perbaikan dilakukan dengan cara menganalisis tata letak gudang awal untuk lantai satu dan dua, kemudian merancang perbaikan tata letak untuk kedua lantai tersebut. Terakhir adalah pembahasan mengenai hasil perbandingan tata letak awal dan usulan, jika dibandingkan jarak dan waktu pengambilannya.

### 3.1 Tata Letak Gudang Awal

Saat ini masalah yang dihadapi oleh perusahaan adalah sering terjadinya kebingungan dalam proses pencarian mesin fotokopi di gudang, serta dibutuhkan waktu yang lama dalam mengambil mesin fotokopi sehingga kinerja perusahaan kurang maksimal dalam melayani konsumen. Untuk lebih jelasnya mengenai penyebab masalah ini dapat dilihat pada gambar 1 yang berisi hubungan antar pemasok, perusahaan dan pelanggan.

Sistem pembelian mesin dari pemasok yang digunakan oleh perusahaan adalah apabila tersedianya mesin-mesin bekas dari pemasok atau apabila mendapat informasi harga mesin murah, sehingga menyebabkan beberapa produk tersimpan di gudang dalam jumlah yang banyak. Hal ini dikarenakan mesin yang dibeli adalah mesin bekas sehingga tersedia atau tidaknya mesin dari pemasok tidak menentu maka dari itu apabila tersedia barang seringkali perusahaan akan membeli barang tersebut dalam jumlah banyak. Kemudian mesin tersebut diperbaiki oleh bagian *cleaning and service*.

Masalah dalam perusahaan terjadi pada waktu ada konsumen yang ingin membeli atau mencoba mesin, karena tidak semua jenis mesin berada pada lantai satu sehingga seringkali karyawan perusahaan harus mengambil terlebih dahulu mesin yang berada di gudang lantai dua dengan menggunakan *lift*. Gambar 2 menunjukkan tata letak awal gudang lantai 1 dan 2.

Untuk proses pencarian mesin membutuhkan waktu yang lama karena karyawan perusahaan harus mencari mesin tersebut dengan memilih satu per satu, mengeluarkan mesin dari gudang dan menurunkan mesin ke lantai satu sehingga akan membuat konsumen menunggu lama. Penomoran tipe mesin fotokopi selalu berada disamping mesin sehingga apabila mencari mesin tidak hanya dilihat saja, namun karyawan harus membongkar satu per satu. Untuk masalah ini seharusnya perusahaan lebih mempertimbangkan adanya *display* yang mudah dilihat saat karyawan berada di depan pintu gudang. Penempatan *display* pada pengaturan mesin disesuaikan dengan kondisi gudang, sehingga proses pencarian menjadi lebih mudah dan cepat.

Pada proses pengambilan juga membutuhkan waktu yang lama disebabkan karena peletakkan mesin fotokopi rekondisi yang kurang teratur dan berpindah-pindah membuat karyawan harus mengeluarkan mesin-mesin yang ada di depannya terlebih dahulu apabila ingin mengeluarkan mesin yang berada di tengah. Letak mesin fotokopi setiap kali ada pembelian juga tidak selalu sama karena mesin yang datang dan telah di-*service* akan langsung ditempatkan pada tempat yang kosong yang ada di dekat pintu dan jika ada penjualan maka mesin yang berada di dekat pintu dikeluarkan terlebih dahulu, sehingga pada bagian belakang gudang banyak mesin-mesin lama yang belum dikeluarkan. Seharusnya perusahaan lebih mempertimbangkan adanya *aisle* untuk jalannya mesin keluar dan masuk. Perusahaan juga harus mempertimbangkan adanya proses FIFO untuk keluar masuk mesin, sehingga mesin-mesin yang lama dapat keluar terlebih dahulu daripada mesin yang baru datang.

### 3.2 Tata letak gudang usulan

Pengaturan mesin fotokopi pada tata letak gudang usulan menggunakan prinsip gabungan antara metode *Dedicated Storage* pada lantai satu dan gabungan metode *Randomized Storage* dan *Class Based Storage* pada lantai dua. Pengaturan tata letak gudang usulan bertujuan untuk mengurangi kesulitan-kesulitan yang timbul serta mempermudah proses pencarian dan pengambilan persediaan.

Pada gudang lantai satu menggunakan metode *Dedicated Storage*, yaitu penyimpanan yang berdasarkan kelompok tipe mesin fotokopi. Untuk gudang mesin lantai satu akan diletakkan semua jenis mesin yang ada di perusahaan agar konsumen mencoba sebuah mesin dapat langsung mencoba mesin tanpa harus menunggu, sedangkan untuk proses pengambilan akan membutuhkan waktu yang cepat karena semuanya berada pada lantai satu. Untuk jenis *fast moving* (yang memiliki *frekuensi* rata-rata yang banyak/bulan) akan diletakkan pada dekat pintu keluar supaya proses pengambilan waktu menjadi lebih

singkat dan untuk jenis yang *slow moving* (yang memiliki *frekuensi* rata-rata yang sedikit/bulan) akan diletakkan pada bagian belakang dekat *lift* barang.

Penataan tempat untuk jenis mesin juga memperhatikan proses FIFO sehingga barang yang lama dapat dikeluarkan terlebih dahulu dan barang yang baru akan diletakkan di bagian belakang. Apabila ada penjualan kepada konsumen, barang akan langsung dikeluarkan dari gudang ke pintu depan dan kemudian karyawan akan mengisi kembali persediaan mesin di gudang lantai satu dengan mengambil mesin dari lantai dua. Untuk perhitungan jumlah mesin yang diletakkan di lantai satu adalah berdasarkan jumlah penjualan mesin selama setahun karena dimensi mesin yang besar menyebabkan proses pengambilan mesin dilakukan satu per satu atau tidak memungkinkan diambil beberapa mesin sekaligus.

#### 3.2.1 Lantai satu

Metode yang digunakan pada gudang mesin lantai satu adalah metode *Dedicated Storage*. Sedangkan penentuan pengalokasian penempatan mesin menggunakan metode *fast moving* dan *slow moving* sehingga untuk produk yang memiliki frekuensi pengambilan tertinggi akan diletakkan di dekat pintu. Untuk penentuan jumlah mesin yang diletakkan pada gudang lantai satu berdasarkan rata-rata *frekuensi* jumlah mesin yang dipesan selama periode Oktober 2007 – September 2008. Untuk perhitungan pengalokasian jumlah mesin pada lantai satu didapatkan dari *frekuensi* total pembelian mesin NP 6050 selama periode Oktober 2007 – September 2008 sebesar 82, dibagi dengan 12 bulan untuk mendapatkan rata-rata *frekuensi* total pembelian, yaitu sekitar 7 unit/bulan, sehingga pada gudang lantai satu akan ditempatkan sebanyak 7 unit mesin. Seluruh jenis mesin tersebut harus diletakkan pada lantai satu dengan pengaturan sesuai kelompok *fast moving* atau *slow moving*. Tata letak lantai satu dapat dilihat pada gambar 3.

#### 3.2.2 Lantai dua

Metode yang digunakan untuk pengaturan gudang mesin lantai dua adalah gabungan antara metode *Randomized Storage* dan *Class Based Storage*. Penggunaan metode *Randomized Storage* dilakukan dengan didasari konsep FIFO, jadi meskipun penempatan mesin diletakkan secara acak namun untuk proses keluar masuk mesin dapat dilakukan secara teratur. Untuk penggunaan metode *Class Based Storage* dibagi menjadi dua kelompok, dan untuk penentuan jumlah mesin yang diletakkan dalam kelompok menggunakan diagram Pareto yaitu dengan cara mengurutkan data dari yang terbesar hingga terkecil dan dipersentasekan, sehingga didapatkan apabila persentase kumulatif di bawah 80% maka mesin tersebut termasuk dalam kategori kelompok pertama (*fast moving*), sedangkan

untuk mesin dengan persentase di atas 80% akan termasuk dalam kategori kelompok kedua (*slow moving*). Untuk dapat menentukan persentase tiap mesin digunakan data *permintaan* pada periode Oktober 2007 – September 2008, karena frekuensi pengambilan ini menjadi dasar penentuan kelompok *fast moving* dan *slow moving*. Tabel 1 berisi perhitungan persentase kumulatif permintaan.

Untuk penentuan pengalokasian jumlah mesin dilakukan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Kapasitas gudang mesin lantai dua : 96 mesin

Contoh prosentase mesin NP 6050 (pada tabel 1) : 17,97 %

Luas lahan NP 6050 yang dialokasikan :  $17,96\% \times 96 = 17,25$  unit atau sekitar 18 mesin. Sedangkan untuk pengalokasian tempat pada gudang mesin fotokopi lantai dua menggunakan jumlah pembelian terbanyak dalam satu bulan selama setahun. Tata letak lantai dua dapat dilihat pada gambar 3.

### 3.3 Perbandingan Tata Letak Awal dan Usulan

Sebagai perbandingan tata letak gudang usulan lebih baik dari tata letak gudang awal, dilakukan perbandingan total jarak yang ditempuh dan waktu pengambilan mesin yang dibawa oleh karyawan antara metode awal dengan metode usulan.

Untuk membandingkan bahwa tata letak usulan memiliki total jarak yang lebih pendek dibandingkan tata letak awal maka dilakukan perhitungan dengan mengukur jarak dari pintu ke mesin fotokopi, kembali lagi ke pintu keluar. Didapatkan total jarak dari pintu ke posisi masing-masing mesin kembali ke pintu pada tata letak awal sebesar 1417,02 meter, sedangkan untuk total jarak dari pintu ke posisi masing-masing mesin kembali ke pintu pada tata letak usulan sebesar 487,78 meter. Untuk tata letak yang lama diasumsikan tidak ada mesin yang diturunkan dari gudang lantai dua ke lantai satu apabila pada lantai satu terjadi kekosongan sehingga karyawan yang mengambil mesin diasumsikan akan langsung mengambil barang dari lantai dua apabila pada lantai satu terjadi kekosongan persediaan.

Contoh perhitungan untuk mesin NP 6350:

Jarak dari pintu ke posisi mesin pada tata letak awal kembali ke pintu =  $2 \times 25,17 = 50,34$  meter.

Jarak dari pintu ke posisi mesin pada tata letak usulan kembali ke pintu =  $2 \times 12,06 = 24,11$  meter.

Untuk perbandingan waktu pengambilan tata letak awal dan tata letak usulan menggunakan hasil pengamatan kecepatan selama 2 detik per meternya. Untuk mendapatkan total waktu pengambilan adalah dengan mengalikan jarak yang ditempuh dengan waktu jalan ditambah dengan waktu pengambilan mesin dari gudang. Untuk waktu pengambilan mesin setiap kali mengeluarkan mesin dari gudang adalah 12 detik per mesin. Sedangkan

apabila mesin berada di antara mesin yang lain maka waktu pengambilan akan ditambahkan 15 detik per mesin. Contoh perhitungan untuk mesin NP 6350:

Waktu pengambilan pada tata letak awal =  $(2 \times 50,34) + 27 = 127,68$  meter.

Waktu pengambilan pada tata letak usulan =  $(2 \times 24,11) + 12 = 60,22$  meter.

Data yang digunakan sebagai perbandingan antara tata letak awal dan usulan digunakan rekap penjualan pada bulan Agustus 2008. Tabel 2 berisi perbandingan tata letak awal dan usulan.

### 4. KESIMPULAN

Hasil pembahasan membuktikan bahwa tata letak usulan memiliki jarak tempuh yang lebih pendek daripada tata letak awal (penghematan jarak sebesar 932,24 meter), sedangkan untuk waktu pengambilan juga lebih singkat daripada total waktu pengambilan yang ada pada tata letak awal perusahaan (penghematan sekitar 2293,48 menit) untuk seluruh transaksi di bulan Agustus 2008. Dengan hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa pengaturan gudang dengan tata letak yang baru dikatakan lebih bagus dari pengaturan gudang sebelumnya, karena dari segi total jarak tempuh dan waktu pengambilan memiliki nilai lebih pendek dan singkat dari tata letak awal. Sedangkan dari segi pengaturan (*fast-moving* dan *slow-moving*), pengaturan sudah dilakukan secara efektif untuk memudahkan proses pengambilan mesin fotokopi dari gudang dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat dibanding tata letak awal.

### DAFTAR PUSTAKA

Apple, James M., 1990, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Edisi Bahasa Indonesia, ITB, Bandung.  
Heragu, S. (1997), *Facilities Design*, Boston, USA: PWS Publishing.

## PERENCANAAN ULANG TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI UNTUK PENANGANAN MASALAH MATERIAL HANDLING DAN TATA RUANG DI PT. JAMU INDONESIA SIMONA

**Artika Wulansari, Antoni Yohanes**  
*Dosen Fakultas Teknik Universitas Stikubank Semarang*

---

**DINAMIKA  
TEKNIK**  
Vol. IV, No. 2  
Juli 2010  
Hal 13 - 23

---

### Abstract

*Arrange situation which better in company will improve activity efficiency and effectiveness, so that not generate current of return inter department as well as minimization is expense of transfer of material. Problems of arising out in PT. Jamu Indonesia of Simona is how to arrange to arrange facility situation produce effectively so that material stream and minimization of [is expense of material of handling during production process take place. After seeing layout early, there are some process transfer of too material far effect of arrangement of less efficient production facility. Hence to lessen the expense of material of handling which too big used method of From Chart to constructively Facility Location Layout running and comparison [among/between] result of change running 2 change and department 3 data-processing departemen. Hasil with FLL running three measurement of distance method, Rectilinear Distance, Squared Euclidean Distance and of Euclidean Distance got most minimum contribution value that is method of Euclidean Distance. Later; Then pursuant to degree of contiguity between room use analysis of Activity Relationship Chart (ARC) made proposal of layout new. After FLL layout running analyse ARC, obtained minimum total cost change 2 department. To get best proposal layout, hence minimum total cost from third used to be measurement of distance method to be recounted to use method of Euclidean Distance as comparison. After enumeration got minimum total cost equal to 73.627,43, that is layout analyse ARC method of Rectilinear Distance and of Euclidean Distance, so that decided layout result of analysis of ARC this weared as proposal layout.*

**Kata Kunci** : Layout, From to Chart, Activity Relationship Chart (ARC), Facility Location Layout (FLL)

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang Penelitian

Penempatan fasilitas produksi yang efisien, merupakan suatu usaha membantu meminimumkan biaya produksi. Aktivitas atau kegiatan yang tidak perlu akan mengakibatkan tambahan pengeluaran, dengan demikian di dalam pabrik perlu dilakukan pengaturan *layout* yang efisien. Pabrik akan mengadakan “*relayout*” (perbaikan tata ruang) untuk mengurangi biaya, bukan “*relocate*” (perbaikan lokasi). Pengaturan penempatan fasilitas produksi harus diatur sebaik mungkin dan disesuaikan dengan kondisi pabrik, sehingga kegiatan produksi dapat berjalan secara

efisien dan teratur. Bagian produksi PT. Jamu Indonesia Simona sangat berperan dalam pembuatan produksi dari semua bahan baku yang dibutuhkan. Dalam proses produksi, PT. Jamu Indonesia Simona selalu mengutamakan kualitas. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas maka kegiatan proses produksi harus benar-benar dilakukan secara efisien dan efektif.

Selama penelitian di bagian produksi PT. Jamu Indonesia Simona masih terlihat adanya fasilitas produksi yang pengaturannya kurang efisien sehingga menyebabkan jarak perpindahan material yang terlalu jauh. Untuk mengatasi hal ini, maka diperlukan pengaturan ulang tata letak fasilitas produksi yang lebih efisien agar kegiatan produksi dapat berjalan lancar dengan biaya yang rendah dan jarak perpindahan material yang seminimal mungkin.

## **LANDASAN TEORI**

Fasilitas pabrik sebagai tempat dilaksanakannya aktivitas kerja atau pembuatan barang dan atau jasa perlu diperhatikan secara matang karena fasilitas fisik yang ada didalamnya cukup banyak dan saling berkaitan satu sama lain. Lagipula begitu pabrik didirikan, modal yang dikeluarkan tidaklah sedikit. Jika terjadi kesalahan perencanaan, maka akan mengalami kerugian yang tidak sedikit. Menurut Wignjosuebrototo (1996 : 67) istilah ataupun pengertian desain suatu pabrik (*plant design*) dan pengaturan tata letak pabrik (*plant layout*) sering kali membingungkan dan diartikan sama. Kedua istilah ini sebenarnya mempunyai arti yang berbeda, meskipun ada kaitannya satu dengan yang lainnya.

### **Pengertian Tata Letak Pabrik**

- a. Menurut Wignjosubrototo (1996 : 67) tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan luas area secara optimal guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tata letak pabrik dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi sehingga kapasitas dan kualitas produksi yang direncanakan dapat dicapai dengan tingkat biaya yang paling ekonomis.

Secara singkat langkah-langkah yang diperlukan dalam perencanaan *layout* pabrik dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1996 : 76 – 79) :

- Analisa produk

Adalah aktivitas untuk menganalisa macam dan jumlah produk yang harus dibuat. Dalam langkah ini analisa akan didasarkan pada pertimbangan kelayakan teknik dan ekonomis.

- Analisa proses

Adalah langkah untuk menganalisa macam-macam dan urutan proses pengerjaan produksi / komponen yang telah ditetapkan untuk dibuat. Dalam langkah ini akan pula dipilih alternatif-alternatif proses dan macam mesin/ peralatan produksi lainnya yang paling efektif dan paling efisien.

- Segi dan analisa pasar

Merupakan langkah penting dalam rangka mengidentifikasi macam dan jumlah produk yang dibutuhkan. Informasi tentang volume produk akan sangat penting dalam rangka menetapkan kapasitas produksi, yang pada gilirannya akan memberi keputusan tentang banyaknya mesin dan fasilitas produksi lainnya yang harus dipasang dan diatur letaknya.

- Analisis pasar dan jumlah mesin

Dengan memperhatikan volume produk yang harus dibuat, waktu standar untuk menghasilkan satu unit produk, jam kerja, dan efisiensi mesin, maka jumlah mesin dan operator yang diperlukan dapat dikalkulasi. Selanjutnya luas area dari stasiun kerja dapat dipasang. Demikian juga perlu dianalisis kebutuhan area untuk jalan lintasan (*aisle*) agar proses pemindahan material bisa berlangsung lancar.

- Pengembangan alternatif tata letak (*layout*)

Merupakan pokok pembahasan dari permasalahan yang ada. Dari mesin – mesin atau fasilitas produksi yang telah dipilih macam, jenis dan dihitung jumlah yang diperlukan maka persoalan yang dihadapi adalah bagaimana harus diatur tata letaknya dalam pabrik. Di dalam pengembangan alternatif *layout* akan dipilih satu alternatif *layout* yang terbaik.



- Perancangan tata letak mesin dan departemen dalam pabrik

Hasil dari analisis terhadap alternatif *layout*, selanjutnya dipakai sebagai dasar pengaturan fasilitas fisik dari pabrik yang terlibat dalam proses produksi baik secara langsung maupun tidak langsung. Penetapan departemen – departemen penunjang serta pengaturan tata letak departemen masing – masing akan dilaksanakan pada kebutuhan, struktur organisasi yang ada dan derajat hubungannya.

Secara umum perancangan tata letak pabrik memiliki tujuan sebagai berikut (Hari Purnomo, 2004 : 14 – 16) :

1. Meminimasi aliran bolak balik (*backtracking*).
2. Meminimasi penundaan pekerjaan atas material / mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.
3. Meminimasi penanganan material.
4. Meningkatkan fleksibilitas baik dari segi rancangan produk maupun jumlah yang dapat diproduksi.
5. Tenaga kerja dan ruang dapat dimanfaatkan secara efektif.
6. Memberikan kemudahan perawatan fasilitas dan kebersihan.
7. Mengurangi kemacetan yang menghalangi gerakan orang atau bahan.
8. Mengurangi bahaya bagi personel.
9. Mengusahakan biaya atau investasi serendah mungkin.
10. Menaikkan output produksi

Prinsip-prinsip yang harus dipenuhi dalam pembentukan *plant layout* yang baik adalah (Wignjosoebroto, 1996 : 72) :

- *Integrated* – semua faktor dan elemen produksi yang ada menjadi satu unit operasi yang besar.
- *Minimalization* – meminimalkan jarak perpindahan bahan atau material yang bergerak dari satu operasi ke operasi berikutnya.
- *Constant* – pelancaran aliran kerja dengan menghindari aliran balik (*backtracking*), gerakan memotong (*cross movement*), kemacetan (*congestion*), dan interupsi (agar material bergerak terus).

- *Area utilization* – pemanfaatan area dan ruang yang ada secara efektif dan efisien.
- *Welfare* – kepuasan kerja dan keselamatan pekerja di dalam pabrik.
- *Flexibility* – fleksibilitas tata letak (*layout*) terhadap kemungkinan penyesuaian atau pengaturan kembali (*relayout*), atau pembuatan layout baru secara cepat dan murah.

Dalam tata letak pabrik ada 2 hal yang diatur letaknya (Wignjosoebroto, 1996 : 75 – 76), yaitu :

❖ Pengaturan Mesin (*Machine Layout*)

Pengaturan dari semua mesin dan fasilitas yang diperlukan untuk proses produksi di dalam tiap-tiap departemen yang ada di dalam pabrik.

❖ Pengaturan Departemen yang ada dalam pabrik

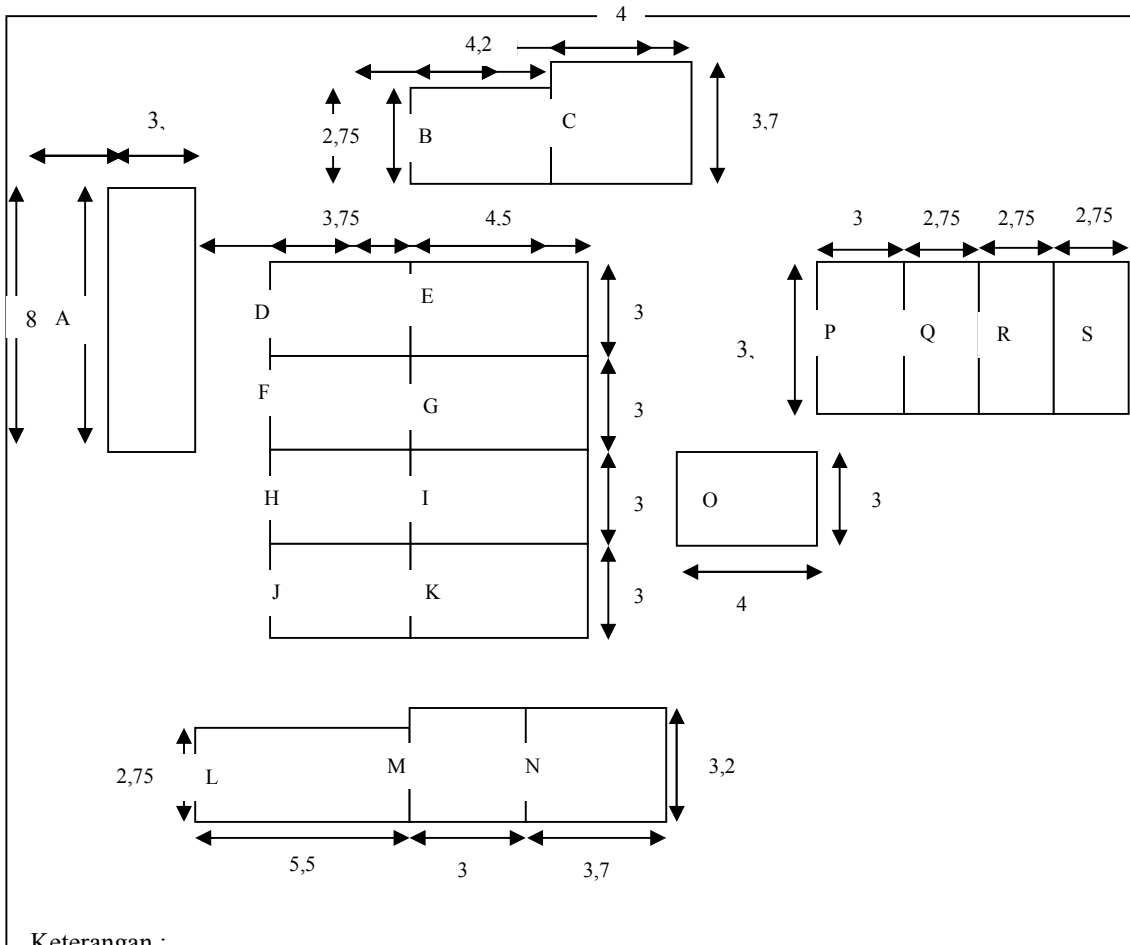
Pengaturan bagian / departemen serta hubungannya satu dengan lainnya di dalam sebuah pabrik.

### ***Layout Awal Bagian Produksi***

Dari *layout* awal ini akan diambil untuk pengolahan data dengan menggunakan FLL, maka ruang yang diambil hanya ruang – ruang yang sering digunakan untuk produksi, sedangkan ruang – ruang lain seperti ruang staf, kamar mandi, locker dan ruang istirahat merupakan ruang tetap.

*Layout* bagian produksi PT. Jamu Indonesia Simona dapat dilihat pada gambar berikut :

]

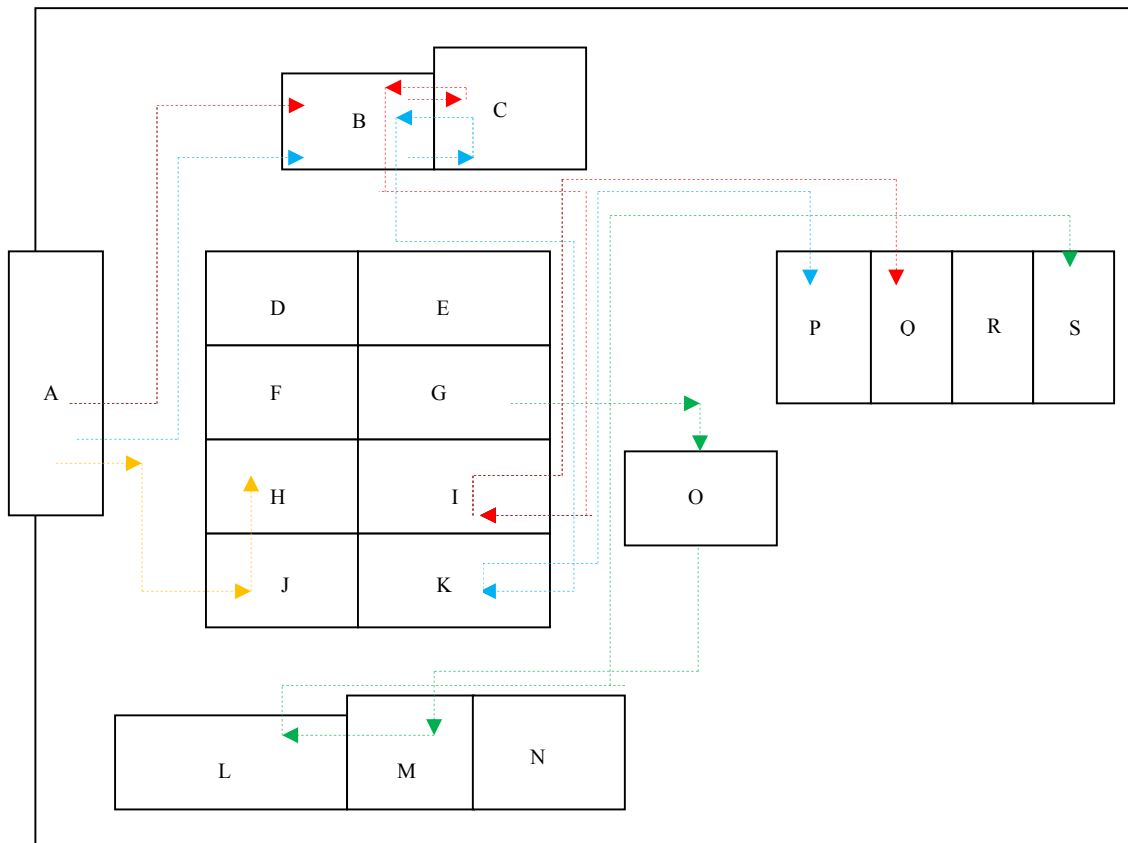


- A : ekstraksi
- B : mixer / granulasi
- C : FBD
- D : ruang produk ruwahan
- E : ruang timbang
- F : ruang produk antara
- G : campuran kering
- H : filling cream
- I : filling kapsul
- J : mixer cream
- K : cetak tablet
- L : ruang oven
- M : ruang coating

- N : cetak pil  
 O : cetak pil  
 P : strip tablet  
 Q : strip kapsul  
 R : pengisian serbuk  
 S : pengisian pil

### Aliran Perpindahan Material Pada *Lay out* Awal

Pengukuran jarak tempuh antar ruang dalam perpindahan bahan dilakukan dari titik diagonal ruang ke jalan lintasan kemudian menuju ke titik diagonal ruang lain.



Keterangan :

- G-O-M-L-S : aliran jamu pil
- A-B-C-B-K-P : aliran jamu tablet
- A-B-C-B-I-Q : aliran jamu kapsul
- A-J-H : aliran kosmetika

## Analisa

### A. *Rectilinear distance improve by exchanging 2 departments*

Dari hasil perhitungan metode *Rectilinear Distance* dengan menggunakan persamaan rumus  $|x_i - x_j| + |y_i - y_j|$  diperoleh total biaya perpindahan dari *layout* awal sebesar 374.682,50. Setelah mengalami 11 kali *iterasi* menggunakan metode *Rectilinear Distance* perubahan 2 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.3. Dari gambar terlihat bahwa hanya ada 2 ruang yang tidak mengalami perubahan posisi, yaitu ruang strip kapsul (Q) dan ruang *packing* serbuk (R). *Layout* baru ini memberikan total biaya perpindahan yang lebih minimal dibanding *layout* awal, yaitu sebesar 97.407,50. Sedangkan total biaya perpindahan pada *layout* awal yaitu sebesar 374.682,50. Berdasarkan perbandingan total biaya perpindahan material, *layout* baru ini lebih baik dari *layout* awal. Hal ini terlihat juga pada jarak perpindahan material yang semakin pendek.

### B. *Squared Euclidean Distance improve by exchanging 2 departments*

Dari hasil perhitungan metode *Squared Euclidean Distance* dengan persamaan rumus  $[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]$  diperoleh total biaya perpindahan dari *layout* awal sebesar 5.181.209. Setelah mengalami 9 kali *iterasi* menggunakan metode *Squared Euclidean Distance* perubahan 2 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.4 dengan total biaya perpindahan 496.851,30. Dari gambar terlihat bahwa ada 4 ruang yang tidak mengalami perubahan posisi, yaitu ruang *mixer cream* (J), ruang cetak tablet (K), ruang cetak pil (N), dan ruang cetak pil (O). *Layout* baru ini kurang efisien karena ada beberapa ruang yang seharusnya berdekatan menjadi lebih jauh jaraknya sehingga memperpanjang jarak tempuh material. Dari gambar dapat dilihat ruang *mixer* basah (B) berada jauh dari ruang FBD (C), ruang *ekstraksi* (A) berada jauh dari ruang *mixer cream* (J), dan ruang campuran kering (G) berada jauh dari ruang cetak pil (O), padahal berdasarkan aliran material, ruang – ruang tersebut seharusnya diletakkan berdekatan untuk memperpendek jarak tempuh material.

### C. *Euclidean Distance improve by exchanging 2 departments*

Dari hasil perhitungan metode *Euclidean Distance* dengan menggunakan persamaan rumus  $[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2}$  diperoleh total biaya perpindahan *layout* awal sebesar 288.500,80. Setelah mengalami 14 kali *iterasi* menggunakan metode *Euclidean Distance* perubahan 2 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.5 dengan total biaya perpindahan 83.269,43. Dari gambar terlihat bahwa ada 2 ruang yang tidak mengalami perubahan posisi, yaitu ruang *mixer cream* (J) dan ruang cetak pil (O). *Layout* baru ini sudah cukup baik dan memiliki total biaya perpindahan material yang minimal, namun masih ada ruang yang letaknya berjauhan, yaitu ruang *mixer* basah (B) dan ruang cetak tablet (K) sehingga jarak tempuh di antara kedua ruang cukup jauh.

#### A. *Rectilinear distance improve by exchanging 3 departments*

Dari hasil perhitungan metode *Rectilinear Distance* diperoleh total biaya perpindahan *layout* awal sebesar 374.682,50. Setelah mengalami 7 kali *iterasi* menggunakan metode *Rectilinear Distance* perubahan 3 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dengan total biaya perpindahan 110.417,50. Dari gambar terlihat bahwa ada 2 ruang yang tidak mengalami perubahan posisi, yaitu ruang *strip kapsul* (Q) dan ruang *packing* serbuk (R). *Layout* baru ini kurang efisien karena ada ruangan yang seharusnya berdekatan untuk memperlancar aliran material letaknya menjadi berjauhan. Dari gambar dapat dilihat ruang cetak pil (O) letaknya berjauhan dengan ruang *coating* (M), dan ruang *coating* (M) letaknya juga berjauhan dengan ruang oven (L) padahal berdasarkan aliran material, ruang – ruang tersebut seharusnya berdekatan untuk memperpendek jarak perpindahan material.

#### B. *Squared Euclidean Distance improve by exchanging 3 departments*

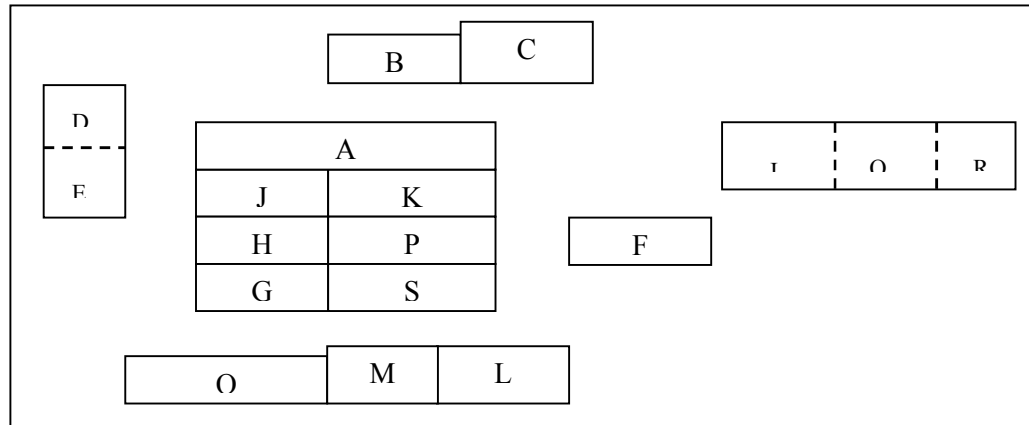
Dari hasil perhitungan metode *Squared Euclidean Distance* diperoleh total biaya perpindahan dari *layout* awal sebesar 5.181.209. Setelah mengalami 7 kali *iterasi* menggunakan metode *Squared Euclidean Distance* perubahan 3 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.7 dengan total biaya perpindahan 546.131,30. Dari gambar terlihat bahwa ada 4 ruang yang tidak

mengalami perubahan posisi, yaitu ruang *mixer* basah (B), ruang FBD (C), ruang strip kapsul (Q), dan ruang *packing* serbuk (R). *Layout* baru ini kurang efisien karena ada ruangan yang seharusnya berdekatan untuk memperlancar aliran material letaknya menjadi berjauhan. Dari gambar dapat dilihat ruang campuran kering (G) letaknya berjauhan dengan ruang cetak pil (O), dan ruang *mixer* basah (B) letaknya juga berjauhan dengan ruang *filling* kapsul (I) padahal berdasarkan aliran material, ruang – ruang tersebut seharusnya berdekatan untuk memperpendek jarak perpindahan material.

*C. Euclidean Distance improve by exchanging 3 departments*

Dari hasil perhitungan metode *Euclidean Distance* diperoleh total biaya perpindahan dari *layout* awal sebesar 288.500,80. Setelah mengalami 7 kali *iterasi* menggunakan metode *Euclidean Distance* perubahan 3 departemen, diperoleh *layout* baru seperti yang terlihat pada gambar 4.8 dengan total biaya perpindahan 95.519,44. Dari gambar terlihat bahwa ada 4 ruang yang tidak mengalami perubahan posisi, yaitu ruang *mixer* basah (B), ruang FBD (C), ruang strip kapsul (Q), dan ruang *packing* serbuk (R). Dari *layout* baru ini, jarak perpindahan material dari ruang *mixer* basah (B) ke ruang *filling* kapsul (I) semakin jauh karena letak kedua ruang tidak berdekatan. Untuk posisi ruang lainnya sudah cukup efisien.

Metode	Total Biaya	
	Perubahan 2 Departemen	Perubahan 3 Departemen
<i>Rectilinear Distance</i>	97.407,50	110.417,50
<i>Squared Euclidean Distance</i>	496.851,30	546.131,30
<b><i>Euclidean Distance</i></b>	<b>83.269,43</b>	95.519,44



**Layout Usulan Metode Euclidean Distance Perubahan 2 Departemen**

### Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil *running Facility Location Layout* untuk bagian produksi PT. Jamu Indonesia Simona, diperoleh hasil perubahan 2 departemen menghasilkan total biaya yang lebih kecil daripada perubahan 3 departemen.
2. Dari *layout* awal metode *Rectilinear Distance* perubahan 2 departemen menghasilkan total biaya 97.407,50 sedangkan perubahan 3 departemen menghasilkan total biaya 110.417,50. Metode *Squared Euclidean Distance* perubahan 2 departemen menghasilkan total biaya 496.851,30 sedangkan perubahan 3 departemen menghasilkan total biaya 546.131,30. Metode *Euclidean Distance* perubahan 2 departemen menghasilkan total biaya 83.269,43 sedangkan perubahan 3 departemen menghasilkan total biaya 95.519,44.

### DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M., 1972, *Material Handling System Design*, The Ronald Press Company, New York.
- Harahap, Sorimuda., 2006, *Perencanaan Pabrik*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Purnomo, Hari., 2004, *Perencanaan & Perancangan Fasilitas*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo., 1996, *Tata Letak Pabrik dan Pindahan Bahan*, Guna Widya, Surabaya.



**PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG UNTUK MEMINIMUMKAN JUMLAH  
PRODUK YANG TIDAK TERTAMPUNG DALAM BLOK DAN EFISIENSI  
AKTIVITAS PERPINDAHAN BARANG DI DIVISI PENYIMPANAN PRODUK JADI  
PT. ISM BOGASARI FLOUR MILLS SURABAYA**

**Rahmad Harjono, Yudha Prasetyawan, S.T., M.Eng.**

Jurusan Teknik Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

Email: [rahmad.harjono@gmail.com](mailto:rahmad.harjono@gmail.com) ; [yudhaprase@yahoo.com](mailto:yudhaprase@yahoo.com)

**Abstrak**

*Gudang merupakan salah satu penunjang dan bagian penting dari suatu sistem produksi. Kondisi dan pengaturan yang baik dalam gudang diharapkan dapat menghindari kerugian perusahaan, meminimalisasi biaya yang terjadi, serta mempercepat operasional dan pelayanan pada gudang. Gudang harus dirancang agar material atau barang dapat mengisi kapasitas ruang secara maksimal baik secara vertikal maupun horisontal. Pemanfaatan kapasitas ruang yang kurang maksimal akan menyebabkan banyaknya produk-produk yang tidak tertampung dalam gudang sehingga dapat merugikan perusahaan. Fenomena ini terjadi pada gudang penyimpanan produk tepung 25 Kg di PT. ISM BOGASARI FLOUR MILLS SURABAYA khususnya pada gudang A dan gudang B. Kurangnya pemanfaatan luas gudang secara maksimal menyebabkan banyaknya produk-produk yang tidak tertampung dalam blok-blok penyimpanan sehingga produk-produk tersebut ditaruh pada gang / ruas jalan . Selain itu kebijakan penyimpanan secara randomized pada kondisi existing juga menyebabkan besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk operasional forklift tiap harinya. Hal inilah yang mendasari perlunya dilakukan perancangan dan penataan ulang terhadap kapasitas blok penyimpanan serta kebijakan penyimpanan yang sudah ada. Adapun metode-metode yang dilakukan diantaranya menentukan kapasitas blok penyimpanan yang sesuai dengan kebutuhan setiap produk serta penggunaan kebijakan dedicated storage untuk mengurangi biaya operasional forklift tiap harinya. Hasil yang didapatkan berupa pengurangan jumlah produk yang ditaruh di luar blok sebesar 9,74 % serta pengurangan biaya operasional forklift sebesar 57,28 %.*

**Kata Kunci: Gudang , Kapasitas Ruang Penyimpanan, Out of Block, Kebijakan Dedicated Storage**

**Abstract**

*Warehouse is an important part for supporting production system. Better warehouse setting and conditioning are suggested to avoid loss, to minimize cost, and to accelerate warehouse operation and service. Warehouse should be designed as well, so that goods or materials can fulfill maximum capacity, both vertically and horizontally. When capacity utilization is not at maximum amount, it will cause many products can't be accommodated in the warehouse, which at long term can cause company loss. This phenomenon occurs in the 25 kgs flour product storage in PT. ISM BOGASARI FLOUR MILLS SURABAYA, especially in warehouse A and warehouse B. Warehouse space utilization which still ineffective take a result that many products can't be accommodated in the storage blocks, so they must placed in alley. Another way, randomized storage policy on the existing condition will also cause high forklift-operational-cost per day. This is the main reason why we need to redesign and rearrange storage blocks capacity and storage policy from existing condition. Methods used for that purpose are including calculation of storage blocks capacity that match with the needs of each product, and also usage of dedicated storage policies to reduce forklift operational cost per day. The results obtained are reduction of the number of products placed outside the block by 9.74% as well as reduction of forklift operating costs by 57.28%.*

**Key words: Warehouse, Storage Space Capacity, Out of Block, Dedicated Storage Policy**

**1. Pendahuluan**

Kemampuan suatu sistem produksi akan ditentukan oleh sistem penunjangnya. Gudang

merupakan salah satu penunjang dan bagian penting dari suatu sistem produksi. Kondisi dan pengaturan

yang baik dalam gudang diharapkan dapat menghindari kerugian perusahaan dan meminimalisasi biaya yang terjadi serta mempercepat operasional dan pelayanan pada gudang.

Sistem pergudangan yang baik adalah sistem pergudangan yang mampu memanfaatkan ruang untuk penyimpanan secara efektif agar dapat meningkatkan utilitas ruang serta meminimalisasi biaya *material handling* (Heragu,1997). Kurangnya pemanfaatan ruang serta penyimpanan yang kurang efektif akan menyebabkan banyaknya produk yang tidak tertampung dalam gudang dan biaya *material handling* yang tinggi.

Kondisi ini terjadi pada gudang penyimpanan produk tepung 25 Kg PT. ISM Bogasari Flour Mills Surabaya, khususnya pada gudang penyimpanan A dan gudang penyimpanan B. Rendahnya rasio luas blok terhadap luas gudang, ukuran blok-blok penyimpanan yang terlalu besar, serta kebijakan penyimpanan secara *randomized* menyebabkan banyaknya produk-produk yang tidak tertampung dalam blok-blok penyimpanan dan biaya *material handling* yang cukup tinggi.

Hal inilah yang mendasari perlunya dilakukan penentuan ulang terhadap kapasitas ruang penyimpanan dengan menentukan jumlah kapasitas ruang penyimpanan yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap produk, perancangan ulang terhadap ukuran blok, serta perancangan ulang terhadap tata letak blok-blok penyimpanan dalam gudang dan kebijakan penyimpanannya agar permasalahan-permasalahannya dapat diatasi. Secara umum, metode-metode yang akan digunakan antara lain : Melakukan penggolongan produk dengan klasifikasi ABC. Penggolongan produk ini dilakukan agar produk yang memberikan pendapatan lebih besar mendapatkan *service level* yang lebih tinggi, menentukan kapasitas ruang penyimpanan yang baru dengan formula yang digunakan menggunakan pendekatan penentuan ROP dalam kondisi permintaan stokastik, serta kebijakan penyimpanan produk dalam blok dengan menggunakan kebijakan *dedicated storage*.

Adapun beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai perancangan dan pengaturan sistem pergudangan antara lain :

1. Darul Fairuzi (2006) dengan judul “Perancangan Ulang Alokasi Penyimpanan Produk Untuk Meningkatkan Performansi Gudang ( Studi Kasus : Divisi Distribusi dan Pergudangan Phosfat I PT. Petrokimia Gresik)”
2. Suryo Hadi Saputro (2006) dengan judul “*Redesigning Storage Policies in the Returned Glass Bottles Warehouse (Case*

*Study : Coca-Cola Bottling Indonesia, Pandaan Plant).*”

3. Daonil (2006) dengan judul “Perancangan Tata Letak Material Pada Gudang PT. Pembangunan Jawa Bali Unit Pembangunan Gresik.”
4. Lina ( 2008 ) dengan judul “Model Penentuan Ukuran *Warehouse* Dinamis Dengan Kebijakan *Dedicated Storage* dan Kondisi Permintaan Stokastik.”
5. Ardhi Iqra mandrian (2008) dengan judul “*Facility Planning and Alternative Selection for Finished Product Storage ( Case Study : PT. Unilever Indonesia Tbk).*”

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Fungsi Gudang

Beberapa fungsi utama pada gudang adalah sebagai berikut (Kulwiec,1980).

1. Menyediakan tempat penampungan sementara barang
2. Mengumpulkan permintaan konsumen
3. Sebagai fasilitas pelayanan bagi konsumen
4. Melindungi barang
5. Memisahkan barang yang mudah terkontaminasi dan berbahaya

### 2.2 Kriteria Evaluasi Tata Letak

Heragu (1997) mendefinisikan kriteria-kriteria yang umum digunakan untuk mengevaluasi *layout* diberikan pada formula berikut :

$$\sum_i \sum_j c_{ij} f_{ij} d_{ij} \dots \dots \dots 1$$

Dimana :

$c_{ij}$  = biaya untuk memindahkan satu unit muatan *material* antara departemen  $i$  dan departemen  $j$

$f_{ij}$  = jumlah muatan atau perjalanan yang dibutuhkan untuk memindahkan material antara departemen  $i$  dan departemen  $j$

$d_{ij}$  = jarak antara departemen  $i$  dan departemen  $j$

### 2.3 Kebijakan Penyimpanan Dalam Gudang

Ada beberapa kebijakan penyimpanan yang biasa digunakan ( Heragu,1997) antara lain:

1. Kebijakan *randomized* yaitu setiap *item* yang datang akan diletakkan secara acak pada lokasi penyimpanan manapun dalam gudang, asalkan tempat / ruang penyimpanan tersebut masih cukup.
2. Kebijakan *dedicated storage* dimana prinsipnya adalah material dengan kecepatan pergerakan material yang tinggi ditempatkan dekat dengan pintu *Input /*

*Output (I/O)* dan juga pertimbangan biaya *material handling*.

## 2.4 Klasifikasi ABC

Ballou (2004) membagi klasifikasi *item* berdasarkan 3 kelas yaitu :

- Kelas A, 80 persen *item* teratas yang mempunyai nilai investasi persediaan tertinggi.
- Kelas B, 15 persen *item* yang berada di tengah yang mempunyai kontribusi sedang dalam persediaan.
- Kelas C, 5 persen *item* sisa yang paling akhir dan pada umumnya berjumlah banyak tetapi mempunyai fraksi yang sangat kecil dalam biaya total.

## 2.5 Penentuan Kapasitas Ruang penyimpanan

Penentuan besarnya kapasitas ruang penyimpanan dilakukan dengan menggunakan pendekatan penentuan *reorder point* dalam kondisi permintaan stokastik. Jika dalam penentuan *reorder point*, besarnya ROP ditentukan dengan mengakomodasikan ketidakpastian jumlah permintaan, maka dalam penentuan kapasitas ruang penyimpanan dilakukan dengan mengakomodasikan ketidakpastian jumlah produksi dan *delivery* produk (stok barang).

Adapun formula untuk menentukan besarnya *reorder point* adalah :

$$ROP = \text{permintaan selama } lead\ time + safety\ stock \dots \dots \dots 2$$

$$SS = Z \times S_{dl} \dots \dots \dots 3$$

Dimana : SS = besarnya *safety stock*

Z = nilai normal pada *service level* tertentu

$S_{dl}$  = standar deviasi selama *lead time*

## 2.6 Konsep Depresiasi

Depresiasi pada dasarnya merupakan penurunan nilai suatu properti atau aset karena waktu dan pemakaian. Depresiasi pada suatu properti atau aset biasanya disebabkan karena satu atau lebih faktor-faktor berikut:

- Kerusakan fisik akibat pemakaian dari alat atau properti tersebut.
- Kebutuhan produksi atau jasa yang lebih baru dan lebih besar.
- Penurunan kebutuhan produksi atau jasa.
- Properti atau aset tersebut menjadi usang karena perkembangan teknologi.
- Penemuan fasilitas-fasilitas yang bisa menghasilkan produk yang lebih baik dengan ongkos yang lebih rendah dan tingkat keselamatan yang memadai.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya nilai depresiasi (

Pujawan,1995) antara lain : metode garis lurus (*straight line method*), metode jumlah digit tahun (*sum of years digit*), metode keseimbangan menurun (*declining balance*), metode dana *sinking* (*sinking fund*), dan metode unit produksi (*production unit*).

## 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pengolahan data *existing* gudang yang terdiri dari : menentukan besarnya rasio luas blok terhadap luas gudang *existing*, utilitas blok *existing*, serta jumlah produk *out of block existing*.

Setelah pengolahan data *existing* gudang dilakukan, selanjutnya dilakukan proses perancangan blok-blok penyimpanan yang baru dengan tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain: Pertama, melakukan penggolongan produk dimana produk dibagi kedalam tiga golongan yaitu golongan A, golongan B, dan golongan C. Kedua, menentukan besarnya kapasitas ruang penyimpanan dengan *service level*: golongan A sebesar 99 %, golongan B sebesar 95 % dan golongan C sebesar 90 %. Ketiga, Melakukan uji sensitivitas terhadap kapasitas ruang penyimpanan, estimasi utilitas blok, dan estimasi produk *out of block* dengan menaikkan besarnya *service level*. Keempat, memilih hasil uji sensitivitas dengan estimasi utilitas blok yang paling baik dan melakukan perancangan ukuran blok dari hasil uji sensitivitas tersebut. Kelima, melakukan penempatan blok dalam gudang. Keenam, menentukan penempatan produk dalam blok dengan kebijakan *dedicated storage* untuk meminimumkan biaya operasional *forklift*.

## 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan data meliputi deskripsi sistem pergudangan *existing*, jenis dan harga produk, ukuran dan kapasitas blok *existing*, jarak penyimpanan dan pengambilan produk *existing*, stok harian produk, produksi dan *delivery* produk, *lead time* produk, dan stok harian produk untuk perhitungan biaya *material handling existing*. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan pengolahan data *existing* gudang setelah itu dilanjutkan dengan melakukan pengolahan data perbaikan gudang.

### 4.1 Deskripsi Sistem Pergudangan Existing

Pada sistem pergudangan *existing*, secara umum tahapan proses penyimpanan dan pengambilan produk adalah sebagai berikut:

- Produk setelah selesai dilakukan pengepakan dikirim ke area pengangkutan, dimana area pengangkutan ini merupakan area pengumpulan produk sebelum produk didistribusikan ke blok-blok penyimpanan.

2. Dari area pengangkutan, produk didistribusikan ke blok-blok penyimpanan yang masih kosong.
3. Jika sudah tidak terdapat blok yang masih kosong, maka produk disimpan pada blok yang masih terisi produk sisa, dimana produk sisa tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu ( menjadi produk *out of block*) dari blok agar tidak terjadi pencampuran produk dengan kode produksi yang berbeda.
4. Produk yang disimpan dan dikeluarkan dari blok harus melewati pintu yang sama. Hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan produk, blok, atau *pallet* dari kerusakan.
5. Produk yang disimpan pada gudang A harus dikeluarkan pada *loading area* A dan produk yang disimpan pada gudang B harus dikeluarkan pada *loading area* B. Kecuali jika produk pada salah satu gudang habis, maka ketentuan tersebut tidak berlaku.

- Panjang = 13 *Pallet*
- Lebar = 2 *Pallet*
- Tinggi = 4 *Pallet*

➤ Blok dengan ukuran 5 x 3 x 4, yaitu :

- Panjang = 5 *Pallet*
- Lebar = 3 *Pallet*
- Tinggi = 4 *Pallet*

➤ Blok dengan ukuran 13 x 3 x 4, yaitu :

- Panjang = 13 *Pallet*
- Lebar = 3 *Pallet*
- Tinggi = 4 *Pallet*

#### 4.4 Produksi dan *Delivery* Produk

Produksi dan *delivery* merupakan dua komponen yang mempengaruhi besarnya stok barang di gudang. Stok barang akan meningkat jika jumlah produksi lebih besar dari pada besarnya *delivery* produk, sebaliknya stok gudang akan menipis jika jumlah *delivery* lebih banyak dari pada jumlah produksi barang. Berikut ini merupakan data produksi dan *delivery* selama enam bulan pengamatan.

#### 4.2 Jenis dan Harga Produk

Terdapat 14 jenis produk yang diamati, dimana harga dari 14 jenis produk tersebut berbeda-beda.

Tabel 1 Jenis dan Harga Produk

No.	Jenis Produk	Kode Produk	Harga
1	Cakra Kembar PP @25kg	CK(LB)	Rp 133.400,00
2	Cakra Kembar PP @25kg(LLM)	CK(LLM)	Rp 136.400,00
3	Segitiga Biru PP @25kg	SBP	Rp 128.650,00
4	Segitiga Hijau PP @25kg	SH	Rp 125.000,00
5	BRGH Merah PP @25kg	BRM	Rp 105.000,00
6	BRGH Merah PP @25kg (LLM)	BM(LLM)	Rp 107.500,00
7	Elang PP @25kg	EL(LB)	Rp 100.200,00
8	Elang PP @25kg (LLM)	EL(LLM)	Rp 102.100,00
9	Kresna PP @25kg	KR	Rp 100.100,00
10	Kunci Biru @25kg	KB(LB)	Rp 132.400,00
11	Kunci Biru @25kg (LLM)	KB(LLM)	Rp 135.400,00
12	Lencana Merah PP @25kg	LM	Rp 107.100,00
13	Kendi PP @25kg	KD	Rp 101.600,00
14	Payung PP @25kg (LLM)	PYG	Rp 129.500,00

#### 4.3 Ukuran dan Kapasitas Blok *Existing*

Terdapat enam macam ukuran dan kapasitas blok *existing* yaitu :

- Blok dengan ukuran 8 x 2 x 4, yaitu :
  - Panjang = 8 *Pallet*
  - Lebar = 2 *Pallet*
  - Tinggi = 4 *Pallet*
- Blok dengan ukuran 11 x 2 x 4, yaitu :
  - Panjang = 11 *Pallet*
  - Lebar = 2 *Pallet*
  - Tinggi = 4 *Pallet*
- Blok dengan ukuran 12 x 2 x 4, yaitu :
  - Panjang = 12 *Pallet*
  - Lebar = 2 *Pallet*
  - Tinggi = 4 *Pallet*
- Blok dengan ukuran 13 x 2 x 4, yaitu :

Tabel 2 Jumlah Produksi Produk per Bulan

No.	Jenis Produk	Kode	Produksi ( Pallet )						Rata-Rata per Bulan
			Oktober 2009	November 2009	Desember 2009	Januari 2010	Februari 2010	Maret 2010	
1	BRGH Merah PP @25kg (LLM)	BM(LLM)	1.867	1.694	1.621	1.704	1.737	1.790	1.735
2	BRGH Merah PP @25kg	BRM	1.459	1.400	1.377	1.454	1.411	1.419	1.420
3	Cakra Kembar PP @25kg	CK(LB)	12.090	9.763	12.763	9.964	12.506	12.361	11.574
4	Cakra Kembar PP @25kg (LLM)	CK(LLM)	15.064	13.252	15.102	13.861	14.248	14.994	14.420
5	Elang PP @25kg	EL(LB)	791	817	793	846	780	818	807
6	Elang PP @25kg (LLM)	EL(LLM)	705	710	736	714	772	741	730
7	Kunci Biru @25kg	KB(LB)	837	763	801	815	753	804	796
8	Kunci Biru @25kg (LLM)	KB(LLM)	714	728	724	725	725	712	721
9	Kendi PP @25kg	KD	734	766	743	910	949	933	839
10	Kresna PP @25kg	KR	747	732	748	808	739	782	759
11	Lencana Merah PP @25kg	LM	24.399	19.503	21.311	23.925	22.023	21.413	22.096
12	Payung PP @25kg (LLM)	PYG	14.927	14.992	17.306	16.158	14.194	15.990	15.594
13	Segitiga Biru PP @25kg	SBP	26.661	24.181	27.723	21.520	26.751	23.269	25.017
14	Segitiga Hijau PP @25kg	SH	14.992	13.136	13.288	13.035	14.994	13.357	13.800
<b>TOTAL</b>									110.310

Tabel 3 Jumlah *Delivery* Produk per Bulan

No.	Jenis Produk	Kode	<i>Delivery</i> ( Pallet )						Rata-Rata per Bulan
			Oktober 2009	November 2009	Desember 2009	Januari 2010	Februari 2010	Maret 2010	
1	BRGH Merah PP @25kg (LLM)	BM(LLM)	1.771	1.773	1.632	1.652	1.692	1.789	1.718
2	BRGH Merah PP @25kg	BRM	1.460	1.383	1.374	1.403	1.418	1.434	1.412
3	Cakra Kembar PP @25kg	CK(LB)	11.939	10.061	12.463	9.969	12.448	12.463	11.557
4	Cakra Kembar PP @25kg (LLM)	CK(LLM)	14.991	13.429	15.012	13.975	14.082	14.820	14.385
5	Elang PP @25kg	EL(LB)	793	831	797	797	776	805	800
6	Elang PP @25kg (LLM)	EL(LLM)	716	707	743	694	746	740	724
7	Kunci Biru @25kg	KB(LB)	811	754	781	762	794	800	784
8	Kunci Biru @25kg (LLM)	KB(LLM)	725	711	721	702	724	714	716
9	Kendi PP @25kg	KD	728	766	752	856	901	903	818
10	Kresna PP @25kg	KR	764	706	724	748	732	764	740
11	Lencana Merah PP @25kg	LM	21.279	20.889	21.701	22.152	24.558	22.163	22.124
12	Payung PP @25kg (LLM)	PYG	14.836	15.563	15.738	15.497	13.943	15.612	15.198
13	Segitiga Biru PP @25kg	SBP	24.805	24.900	25.901	22.942	26.190	23.215	24.676
14	Segitiga Hijau PP @25kg	SH	15.875	13.232	13.104	13.711	14.532	13.563	14.003
<b>TOTAL</b>									109.654

#### 4.5 *Lead Time* Produk

*Lead time* produk merupakan ukuran usia produk dimana penentuan besarnya usia produk tersebut dihitung mulai dari produk selesai dilakukan pengepakan sampai dengan produk

tersebut telah habis disimpan dalam gudang. Besarnya usia pada sebuah produk dapat berbeda-beda. Oleh karena itu, dalam melakukan perhitungan *lead time* produk dilakukan dengan menghitung besarnya rata-rata dan standar deviasi pada setiap produk. Berikut ini merupakan tabel data *lead time* produk untuk 14 jenis produk yang diamati.

Tabel 4 Data Lead Time Produk

No.	Jenis Produk	Kode	Rata-Rata Lead Time	Standar Deviasi	Service Level	Estimasi Lead Time
1	BRGH Merah PP @25kg	BM (LLM)	5.17	1.64	95%	8
2	BRGH Merah PP @25kg	BRM	4.83	1.59	95%	7
3	Cakra Kembar PP @25kg	CK(LB)	5.33	2.02	95%	9
4	Cakra Kembar PP @25kg	CK(LLM)	5.83	2.17	95%	9
5	Elang PP @25kg	EL(LB)	4.33	1.61	95%	7
6	Elang PP @25kg	EL(LLM)	5.83	1.75	95%	9
7	Kunci Biru @25kg	KB(LB)	4.92	1.16	95%	7
8	Kunci Biru @25kg	KB(LLM)	3.50	1.45	95%	6
9	Kendi PP @25kg	KD	4.17	1.59	95%	7
10	Kresna PP @25kg	KR	4.00	1.76	95%	7
11	Lencana Merah PP @25kg	LM	6.92	1.62	95%	10
12	Payung PP @25kg (LLM)	PYG	6.58	1.78	95%	10
13	Segitiga Biru PP @25kg	SBP	7.25	2.80	95%	12
14	Segitiga Hijau PP @25kg	SH	6.17	2.04	95%	10

#### 4.6 Perhitungan Rasio Luas Blok Terhadap Luas Gudang Existing

Rasio luas blok terhadap luas gudang merupakan besarnya persentase pemanfaatan luas gudang yang diperuntukkan bagi pembuatan blok dibandingkan dengan luasan area gudang yang tersedia. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok} = \frac{\text{Luas Area Gudang yang Terpakai}}{\text{Luas Area Gudang}} \times 100 \% \dots \dots 4$$

Dengan menggunakan formula diatas, maka besarnya persentase rasio luas blok gudang A terhadap luas gudang A yaitu:

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok A thd Gudang A} = \frac{2.578,8}{6.000} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok A thd Gudang A} = 42,98 \%$$

Dengan menggunakan formula diatas, maka besarnya persentase rasio luas blok gudang B terhadap luas gudang B yaitu:

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok B thd Gudang B} = \frac{3.324,3}{6.000} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok B thd Gudang B} = 55,41 \%$$

Sehingga, besarnya persentase luas blok terhadap luas gudang total yaitu:

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok Total} = \frac{2.578,8 + 3.324,3}{12.000} \times 100 \%$$

$$\text{Persentase Rasio Luas Blok Total} = 49,1925 \%$$

#### 4.7 Perhitungan Utilitas Blok Existing

Utilitas blok merupakan perbandingan antara besarnya produk yang disimpan dalam blok dibandingkan dengan jumlah kapasitas blok yang tersedia. Perhitungan utilitas blok ini dilakukan terhadap 60 buah data yang telah diambil secara random. Adapun formula untuk menghitung besar utilitas blok yaitu:

$$\text{Persentase Utilitas Blok} = \frac{\text{Jumlah produk dalam blok}}{\text{kapasitas blok yang tersedia}} \times 100 \% \dots \dots 5$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan besarnya utilitas blok sebesar 88,46%

#### 4.8 Perhitungan Jumlah Produk Out of Block

Produk *out of block* merupakan produk-produk yang tersimpan dalam gudang namun berada diluar blok. pada kondisi aktualnya, produk-produk ini disimpan dalam blok-blok tersendiri yang berada di area ruas jalan / gang dimana besarnya tidak selalu tetap. Dari hasil perhitungan, diketahui besarnya persentase produk *out of block* yaitu: 11,12 %.

#### 4.9 Perhitungan Biaya Operasional Forklift Existing

Penentuan besarnya biaya operasional ini dilakukan dengan wawancara langsung dengan pihak yang terkait mengenai jumlah bahan bakar untuk operasional *forklift* per harinya. Dari hasil wawancara, diketahui bahwa 1 *forklift* membutuhkan sejumlah 20 liter solar per harinya, sehingga untuk 20 *forklift* membutuhkan 400 liter per harinya. Jika harga 1 liter solar untuk BBM *Non Subsidi* adalah Rp 5.625,00, maka perusahaan harus mengeluarkan biaya sebesar Rp 2.250.000,00 per harinya. Pada kondisi *existing*, besarnya biaya operasional ini dibentuk oleh tiga faktor penentu biaya yaitu : biaya pemindahan produk dari area pengangkutan ke dalam blok serta biaya pemindahan produk dari blok ke *loading area*, biaya pemindahan produk sisa dalam blok yaitu dari blok ke luar blok, dan biaya pemindahan produk *out of block* ke *loading area*.

#### 4.10 Uji Sensitivitas Kapasitas Ruang Penyimpanan

Uji sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa *significant* perubahan besarnya utilitas blok, produk *out of block*, dan kapasitas ruang penyimpanan terhadap peningkatan besarnya *service level* yang diberikan. Sebagai *initial value*, digunakan *service level* sebesar 99% pada golongan produk A, 95% pada golongan produk B, dan 90% pada golongan produk C. selanjutnya, besarnya *service level* dinaikkan sebesar 1 % sampai semua golongan mendapatkan *service level* sebesar 99%.

Tabel 5 Hasil Uji Sensitivitas

Uji ke -	Service Level			Utilitas Blok	Estimasi produk out of block	Peningkatan kapasitas
	Gol. A	Gol. B	Gol. C			
1	99%	95%	90%	86.54%	2.72%	12.02%
2	99%	96%	90%	86.64%	2.50%	12.13%
3	99%	97%	90%	86.72%	2.29%	12.28%
4	99%	98%	90%	86.75%	2.08%	12.49%
5	99%	99%	90%	86.72%	1.86%	12.77%
6	99%	99%	91%	86.74%	1.77%	12.85%
7	99%	99%	92%	86.79%	1.67%	12.90%
8	99%	99%	93%	86.81%	1.57%	12.98%
9	99%	99%	94%	86.84%	1.48%	13.06%
10	99%	99%	95%	86.85%	1.38%	13.15%
11	99%	99%	96%	86.84%	1.29%	13.27%
12	99%	99%	97%	86.84%	1.19%	13.38%
13	99%	99%	98%	86.77%	1.10%	13.58%
14	99%	99%	99%	86.65%	1.00%	13.85%

**4.11 Perhitungan Rasio Luas Blok Terhadap Luas Gudang Perbaikan**

Perhitungan rasio luas blok terhadap luas gudang yang baru ini dilakukan dengan membandingkan besarnya luasan area yang digunakan untuk membangun blok dengan luas area gudang yang tersedia. Dari hasil perhitungan, diketahui besarnya luasan area untuk membangun blok yang baru pada gudang A sebesar 3.465 m<sup>2</sup> dan luas area yang digunakan untuk membangun blok pada gudang B sebesar 3.357,9 m<sup>2</sup>. Sehingga luas total secara keseluruhan mencapai 6.820,3m<sup>2</sup>. Sehingga rasio luas blok terhadap luas gudang yang baru meningkat menjadi 56,86%.

**4.12 Perhitungan Utilitas Blok Perbaikan**

Perhitungan utilitas blok ini dilakukan terhadap 60 data awal yang telah dipilih sebelumnya. Formula yang digunakan untuk menghitung besarnya utilitas blok perbaikan ini sama dengan formula yang digunakan dalam perhitungan utilitas blok *existing*. Dari hasil perhitungan, didapatkan besarnya rata-rata utilitas blok untuk gudang A dan gudang B secara keseluruhan adalah sebesar 85,02 %.

**4.13 Perhitungan Biaya Material Handling Perbaikan**

Perhitungan besarnya biaya *material handling* perbaikan ini dilakukan dengan menggunakan *software Lingo 8*. Metode yang digunakan untuk menghitung dan melakukan penempatan produk ini yaitu menggunakan kebijakan *dedicated storage*. Dengan beberapa modifikasi yang dilakukan agar formula yang digunakan sesuai dengan permasalahan yang diselesaikan, maka formula yang digunakan sebagai berikut:

- Fungsi Tujuan

*Mimimize*

$$2. \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[ \frac{\sum_{k=1}^p c_{f_{ij}(input)} d_{kj}}{S_i} + \frac{\sum_{k=1}^p c_{f_{ij}(output)} d_{jl}}{S_i} \right] x_{ij} \dots 6$$

- Subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i \quad i = 1, 2, \dots, m \dots \dots 7$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \dots \dots \dots 8$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij.Uj} = Kap.i \quad i = 1, 2, \dots, m \dots \dots 9$$

$$x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Dimana :

- *c* merupakan biaya mengangkut 1 pallet produk per satuan jarak
- *f<sub>ij</sub>(input)* merupakan frekuensi penyimpanan ( *input* ) produk *i* ke blok *j*
- *f<sub>ij</sub>(output)* merupakan frekuensi pengambilan ( *output* ) produk *i* dari blok *j*
- *d<sub>kj</sub>* merupakan jarak area pengangkutan *k* ke blok penyimpanan *j*
- *d<sub>jl</sub>* merupakan jarak blok penyimpanan *j* ke loading area *l*.
- *x<sub>ij</sub>* merupakan variabel keputusan produk *i* akan ditempatkan ke blok *j*
- *U<sub>j</sub>* merupakan ukuran kapasitas blok *j*
- *Kap.i* merupakan ukuran kapasitas untuk setiap produk *i*

Dari hasil perhitungan *software Lingo 8*, didapatkan besarnya jarak tempuh *forklift* per bulan sebesar 9.869.755 per bulan atau jika dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja, maka besarnya jarak tempuh *forklift* per harinya sebesar 379.605,96 m per hari.

Jika dari perhitungan biaya *material handling existing* didapatkan besarnya biaya pemindahan produk per meter sebesar Rp 1,603/ m, maka besarnya biaya *material handling* dalam *layout* gudang perbaikan sebesar 2 x Rp 1,603 / m x 379.605,96 m = Rp 1.217.017 m.

**5. Analisis dan Interpretasi**

**5.1 Analisis Rasio Luas Blok Terhadap Luas Gudang Existing**

Dari hasil perhitungan rasio luas blok terhadap luas gudang *existing*, diketahui bahwa besarnya rasio luas blok terhadap luas gudang adalah 49,1925 % atau dalam artian kurang dari 50 % dari luas keseluruhan gudang yang digunakan untuk pembuatan blok-blok penyimpanan produk. Rendahnya rasio luas blok ini disebabkan karena banyaknya ruang kosong yang digunakan sebagai ruas jalan / gang untuk keluar-masuknya *forklift*. Semakin besar jumlah ruang kosong yang dipakai untuk ruas jalan tersebut tentunya kurang baik. Hal ini dikarenakan sebagian dari luas ruas jalan yang berlebih tersebut sebenarnya bisa digunakan untuk pembuatan blok. Rendahnya rasio luas blok ini merupakan salah satu penyebab banyaknya produk

*out of block* karena rasio luas blok yang rendah menyebabkan jumlah kapasitas blok yang kecil sehingga kapasitas blok tidak mencukupi untuk menampung jumlah stok produk.

## 5.2 Analisis Utilitas Blok Existing

Semakin besar nilai utilitas blok, maka semakin banyak pula jumlah produk yang tertampung dalam blok, begitu pula jika nilai utilitas blok semakin kecil, maka jumlah produk yang ditampung didalam blok juga semakin kecil. Secara umum, terdapat dua hal yang mempengaruhi besarnya nilai utilitas blok ini yaitu : produksi dan *delivery* serta ukuran blok. faktor produksi dan *delivery* akan menentukan besarnya stok barang yang ada di gudang. Semakin besar jumlah variasi stok barang yang ada di gudang, maka semakin besar pula kemungkinan utilitas blok menjadi semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Sedangkan untuk ukuran blok, semakin besar ukuran blok, maka semakin besar pula kemungkinan utilitas blok akan menjadi semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

Dilihat dari desain *layout existing*, dapat diketahui bahwa besarnya kapasitas blok pada gudang A sebesar 4.912 *pallet* dan pada gudang B sebesar 6.332 *pallet*. Dari kapasitas gudang A sebesar 4.912 *pallet* tersebut, rata-rata utilitas blok per hari sekitar 92,04 %, pada gudang B sebesar 85,68 %, dan rata-rata utilitas blok secara keseluruhan untuk gudang A dan gudang B sebesar 88,46 %. Dengan demikian, terdapat sekitar 11,54 % kapasitas blok yang tak terpakai untuk keseluruhan gudang A dan gudang B, atau sejumlah 1297 *pallet* yang tak terpakai per harinya. Tidak maksimalnya nilai utilitas blok ini menyebabkan banyaknya produk-produk yang *out of block*. Oleh sebab itu perlu dirancang ulang besarnya ukuran blok agar blok dapat semaksimal mungkin dapat menampung produk.

## 5.3 Analisis produk Out of Block

Produk-produk *out of block* terjadi akibat adanya produk sisa yang dikeluarkan dari blok karena blok tersebut harus diisi produk dengan kode produksi yang baru. Adanya produk-produk *out of block* ini tentunya sangat tidak diharapkan. Hal ini dikarenakan produk *out of block* merupakan produk yang disimpan dalam blok tersendiri, dimana keberadaannya berada di ruas jalan/ gang untuk keluar masuknya *forklift* serta ukurannya tidak tentu. Beberapa kerugian akibat munculnya produk *out of block* ini diantaranya adalah :

1. Dapat mempersempit lebar jalan sehingga mengganggu lalu-lintas *forklift* dalam proses penyimpanan dan pengambilan produk.
2. Dapat menyebabkan kesalahan *delivery* produk. Hal ini dikarenakan pada produk

*out of block*, umumnya terjadi pencampuran produk dengan beberapa kode produksi yang berbeda. Dalam aturan standarnya, proses pencampuran produk dengan kode produksi yang berbeda ini seharusnya tidak diperbolehkan. Hal ini dikarenakan setiap kode produksi dapat memiliki *certificate of analysis* ( hasil analisa laboratorium ) yang berbeda, sedangkan dalam proses *delivery* produk, jenis dan kode produksi produk yang didistribusikan harus sesuai dengan hasil yang tertulis pada *certificate of analysis*-nya.

3. Dapat mengurangi performansi sistem FIFO yang diterapkan oleh perusahaan.
4. Dapat menyebabkan penambahan biaya *material handling*. Hal ini dikarenakan terjadinya proses pemindahan produk dari blok ke luar blok.

Oleh karena itulah, keberadaan dari produk *out of block* ini perlu dikurangi. Ada dua hal yang dilakukan untuk mengurangi jumlah produk *out of block* ini yaitu dengan menambah besarnya kapasitas ruang penyimpanan untuk setiap produk serta menentukan ukuran blok dengan membagi kapasitas ruang penyimpanan yang dihasilkan dengan *lead time*-nya, selain itu juga mengurangi ukuran blok jika dari hasil pembagian dengan *lead time* ukuran blok yang didapatkan masih cukup besar.

Dari hasil perhitungan, diketahui besarnya produk *out of block* pada kondisi *existing* untuk gudang A sebesar 13,45 %, pada gudang B sebesar 8,98 %, dan persentase produk *out of block* secara keseluruhan 11,12 %. Setelah dilakukan perancangan ulang terhadap kapasitas ruang penyimpanan dan ukuran blok penyimpanan yang baru, maka estimasi produk *out of block* ini dapat dikurangi menjadi sekitar 1.38 % dari keseluruhan produk dalam gudang A dan gudang B.

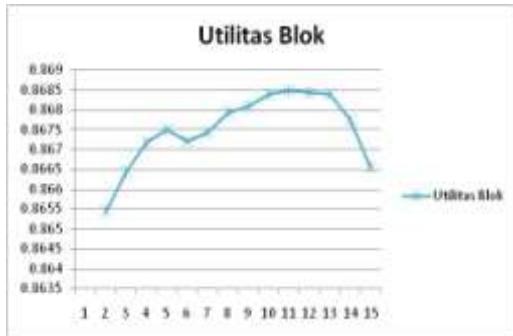
## 5.4 Analisis Biaya Material Handling Existing

Biaya *material handling* muncul akibat adanya aktivitas pemindahan produk dalam gudang. Terdapat dua jenis biaya akibat aktivitas *handling* produk ini yaitu biaya tetap dan biaya operasional. Untuk biaya tetap, besarnya biaya yang berpengaruh adalah besarnya biaya depresiasi dari investasi *forklift* tiap tahunnya. Dari hasil perhitungan, didapatkan besarnya biaya depresiasi *forklift* per tahunnya sebesar Rp 583.333.333,00 per tahunnya. Dengan rata-rata usia *forklift* yaitu tiga tahun, maka besarnya biaya depresiasi *forklift* sebesar Rp 1.749.999.999,00. Untuk biaya operasional, besarnya biaya operasional dipengaruhi oleh dua faktor yaitu : biaya gaji pekerja dan biaya operasional *forklift*. Untuk biaya gaji pekerja, perusahaan harus mengeluarkan biaya sebesar Rp

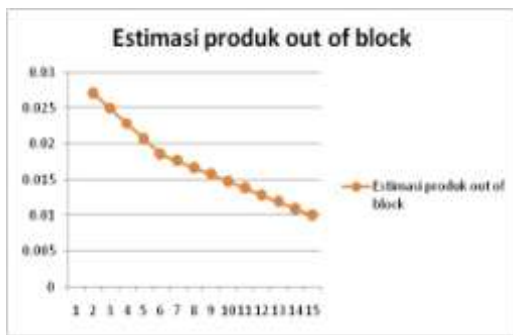
80.000.000,00 untuk menggaji 40 pekerja dalam kegiatan *handling* produk. Sedangkan biaya operasional *forklift* sebesar Rp.2.250.000,00.

### 5.5 Analisis Sensitivitas Kapasitas Ruang Penyimpanan

Uji sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa *significant* perubahan besarnya utilitas blok, produk *out of block*, dan kapasitas ruang penyimpanan terhadap peningkatan besarnya *service level* yang diberikan. Adapun pengaruh hasil uji sensitivitas terhadap tiga faktor tersebut disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 1 Hasil Uji Sensitivitas Untuk Utilitas Blok



Gambar 2 Hasil Uji Sensitivitas Untuk Produk Out of Block



Gambar 3 Hasil Uji Sensitivitas Untuk Peningkatan Kapasitas Ruang Penyimpanan

Dari hasil pengujian sensitivitas tersebut, diketahui bahwa hasil pengujian sensitivitas terhadap utilitas blok yang paling optimum terdapat pada uji sensitivitas ke-10 dengan besarnya utilitas blok mencapai 86,85 %. Untuk uji sensitivitas terhadap penurunan produk *out of block*, diketahui

bahwa estimasi produk *out of block* terus turun sampai dengan uji sensitivitas ke-14 dengan rata – rata penurunan sebesar 0,13 %. Sedangkan untuk uji sensitivitas terhadap besarnya kapasitas ruang penyimpanan, diketahui bahwa besarnya kapasitas ruang penyimpanan terus naik dengan uji sensitivitas ke-14 dengan rata-rata kenaikan kapasitas sebesar 0,14 %. Dari hasil pengujian ketiga faktor tersebut, rata-rata peningkatan besarnya kapasitas ruang penyimpanan lebih besar dari rata-rata penurunan estimasi produk *out of block* dan utilitas blok yang paling optimum dicapai saat uji sensitivitas ke-10. Oleh karena itu, hasil dari uji sensitivitas ke-10 yang nantinya akan digunakan untuk merancang desain blok yang baru.

### 5.6 Analisis Rasio Luas Blok Terhadap Luas Gudang Perbaikan

Besarnya rasio luas blok terhadap luas gudang perbaikan dihitung dari berapa luasan area yang digunakan untuk merancang blok-blok penyimpanan yang baru dibandingkan dengan luas area gudang yang tersedia. Besarnya nilai rasio luas blok tidak akan pernah mencapai 100 %. Hal ini dikarenakan adanya luas area gudang yang digunakan untuk ruas jalan / gang serta toleransi (*Aisle*) antar blok yang harus disediakan. Semakin banyak luas area gudang yang disediakan untuk ruas jalan, maka semakin kecil rasio luas blok yang didapatkan, begitu juga dengan semakin banyaknya jumlah blok dalam gudang, maka semakin bertambah pula toleransi antar blok yang harus disediakan sehingga besarnya rasio luas blok akan semakin rendah.

Dari hasil perhitungan rasio luas blok terhadap luas gudang perbaikan, diketahui bahwa besarnya rasio luas blok meningkat menjadi 56,84 % atau naik sebesar 919,8 m<sup>2</sup> dari besarnya luas blok *existing* keseluruhan. Dengan bertambahnya luas gudang yang digunakan untuk mendesain blok ini, maka besarnya lebar ruas jalan dapat dikurangi, sehingga pemanfaatan gudang lebih besar. Selain itu, dengan bertambahnya besarnya rasio luas blok, maka kapasitas blok penyimpanan pun bertambah. Meningkatnya besar kapasitas blok penyimpanan ini menjadi faktor yang dapat mereduksi timbulnya produk *out of block* sehingga besar produk *out of block* dapat dikurangi hingga 10 %.

### 5.7 Analisis Utilitas Blok Perbaikan

Besarnya utilitas blok perbaikan dihitung dari jumlah produk yang tersimpan per hari dalam gudang setelah terlebih dahulu dikurangi dengan estimasi jumlah produk *out of block*-nya.

Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa besarnya rata-rata utilitas blok perbaikan untuk gudang A dan gudang B sebesar 85,02 %. Besarnya



utilitas blok perbaikan ini menurun sekitar 2,5 % dibandingkan dengan besarnya utilitas blok *existing*. Hal ini disebabkan karena peningkatan besarnya kapasitas gudang sebesar 7,65 %, atau seluas 919,8 m<sup>2</sup> dari kondisi *existing*-nya. Selain itu, besarnya utilitas blok perbaikan juga menurun terhadap hasil uji sensitivitas ke-10 sebesar 1,83 %. Hal ini disebabkan karena dalam perancangan ukuran dan jumlah blok yang baru terdapat beberapa bilangan yang nilainya dibulatkan ke atas.

### 5.8 Analisis Biaya Material Handling Perbaikan

Perhitungan besarnya biaya *material handling* perbaikan dihitung dari biaya operasional *forklift* untuk perpindahan produk dalam blok. Dari hasil perhitungan, didapatkan besarnya jarak tempuh *forklift* per harinya sebesar 759.211,92 m. Sehingga besarnya biaya *material handling existing* dapat dihitung sebesar Rp. 1.217.017. Penurunan besarnya biaya *material handling* ini dikarenakan penempatan produk yang *dedicated* pada blok, sehingga dengan menggunakan metode kebijakan *dedicated storage*, penempatan produk ke dalam blok dapat dipilih untuk meminimumkan jarak perpindahan barang.

## 6. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Rasio luas blok terhadap luas gudang *existing* masih cukup rendah yaitu sebesar 49,1925 % dari luas gudang keseluruhan.
2. Besarnya utilitas blok pada kondisi *existing* sebesar 88,46 %.
3. Jumlah produk *out of block* pada kondisi *existing* cukup tinggi yaitu sebesar 11,12 % dari jumlah keseluruhan stok barang dalam gudang.
4. Terdapat dua hal yang dilakukan untuk mengurangi jumlah produk *out of block*, yaitu menambah kapasitas ruang penyimpanan dan menentukan besarnya ukuran blok. Penambahan kapasitas dilakukan untuk meminimumkan jumlah produk yang tidak tertampung dalam blok, sedangkan penentuan ukuran blok dilakukan untuk meminimumkan jumlah produk sisa dalam blok.
5. Dari perancangan *layout* gudang perbaikan, didapatkan peningkatan rasio luas blok terhadap luas gudang sebesar 7,6475 %, penurunan utilitas blok sebesar 3,44 %, penurunan jumlah produk *out of block*

sebesar 9,74 % dan penurunan biaya operasional *forklift* untuk pemindahan produk dalam blok sebesar 57,28 %.

## 6. Daftar Pustaka

- Ballau, R. H. (2004). **Business Logistic/ Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain**. Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Daonil. (2006). **Perancangan Tata Letak Material Pada Gudang PT. Pembangunan Jawa Bali Unit Pembangunan Gresik**. Tugas Akhir. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fairuzi, Darul. (2006). **Perancangan Ulang alokasi Penyimpanan Produk Untuk Meningkatkan Performansi Gudang ( Studi Kasus : Divisi Distribusi dan Pergudangan Phosfat I PT. Petrokimia Gresik)**. Tugas Akhir. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Heragu, Sunderesh. (1997). **Facilities Design**. PWS, Publishing Company.
- Kulwiec, R.A. (1980). **Advanced Material Handling**. The Material Handling Institute. Charlotte, SC.
- Lina. (2008). **Model Penentuan Ukuran Warehouse Dinamis Dengan Kebijakan Dedicated Storage dan Kondisi Permintaan Stokastik**. Tugas Akhir. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mandrian, A.I. (2008). **Facility Planning and Alternative Selection for Finished Product Storage ( Case Study : PT. Unilever Indonesia Tbk)**. Tugas Akhir. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pujawan, IN. (1995). **Ekonomi Teknik**. Surabaya. PT. Candimas Metropole.
- Pujawan, I. N. (2005). **Supply Chain Management**. Surabaya: Guna Widya.
- Saputro, S.H. (2006). **Redesigning Storage Policies in the Returned Glass Bottles Warehouse (Case Study : Coca-Cola Bottling Indonesia, Pandaan Plant)**. Tugas Akhir. Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.