

# TEKINFO

JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INFORMASI

## **Efisiensi Material Handling (Forklift) Guna Meminimasi Biaya Sewa Menggunakan Simulasi**

Yuli Dwi Astanti, Puryani dan Vertha Fuji Rizky

## **Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Pemasok Nata de Coco dengan Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)**

Dian Eko Hari Purnomo

## **Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma dan Seven Tools serta Kaizen Sebagai Upaya Mengurangi Produk Cacat pada PT. Mitra Rekatama Mandiri**

Petrus Wisnubroto dan Marcelino Yogi

## **Analisis pengangkatan beban air galon dengan pendekatan fisiologi dan biomekanika**

Frisma Novarianto dan Erni Suparti

## **Perancangan Alat Pemotong Tahu dan Rekayasa Pemanfaatan Limbah Cair untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Tahu**

Yari Mukti Wibowo, Rosleini Ria Putri Zendrato dan Bagus Ismail Adhi Wicaksana

## **Pemanfaatan QR-Code sebagai virtual guide di Museum**

Anita Indrasari dan Adhie Tri Wahyudi



UNIVERSITAS

**SETIA BUDI**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK

VOL. 5

NO. 1

NOVEMBER 2016

ISSN VERSI  
CETAK : 2303-1476

ISSN VERSI  
ONLINE : 2303-1867

Universitas Setia Budi

Jln. Letjen. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta

Telp. 0271. 852518, Fax. 0271. 853275

[www.setiabudi.ac.id](http://www.setiabudi.ac.id)

<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/> email: [tekinfo@setiabudi.ac.id](mailto:tekinfo@setiabudi.ac.id)

## **TEKINFO**

Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi  
Volume 5 No. 1 – November 2016

### **Dewan Redaksi TEKINFO Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi**

#### **Mitra Bestari**

Dr. Bambang Suhardi (UNS)  
Drs. Wahyu Pujiyono, M.Kom (UAD)

#### **Penanggung Jawab**

Ketua Program Studi Teknik Industri USB

#### **Ketua Redaksi**

Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs.

#### **Wakil Ketua Redaksi**

Ida Giyanti, ST., MT.

#### **Editor**

Anita Indrasari, ST., M.Sc.  
Ir. Rosleini Ria PZ, MT.  
Narimo, ST., MM.  
Erni Suparti, ST., MT.

#### **Pemasaran dan Publikasi**

Bagus Ismail Adhi Wicaksana, ST., MT.

#### **Tata Usaha dan Administrasi**

Agus Tri Santoso

#### **Penerbit**

Program Studi S1 Teknik Industri  
Universitas Setia Budi Surakarta  
Telp (0271) 852518 Fax (0271) 853275  
email : [tekinfo@setiabudi.ac.id](mailto:tekinfo@setiabudi.ac.id)

#### **Alamat**

Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Surakarta - 57127

#### **Versi Online**

<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/>

=====

Tekinfo merupakan Jurnal Ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, studi lapangan atau kajian teori di bidang Teknik Industri dan Teknologi Informasi. Terbit dua kali dalam setahun, yaitu pada bulan Mei dan November. Terbit pertama kali pada bulan November 2012.

## **Kata Pengantar**

Alhamdulillah robbil ‘alamin, puji syukur kami sampaikan kehadiran Allah SWT, karena Jurnal Tekinfo (Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi) edisi bulan November 2016 telah selesai diproduksi dan dapat publikasi sesuai dengan jadwal.

Redaksi sangat gembira karena animo para peneliti dan penulis yang sangat besar untuk mempublikasikan artikel di jurnal Tekinfo. Hal ini sangat membantu tim redaksi untuk dapat memproduksi jurnal edisi bulan November 2016 sesuai jadwal dan tepat waktu. Untuk itu, tim redaksi menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis yang memberikan kepercayaan kepada kami untuk mempublikasikan artikelnya. Terima kasih juga kami haturkan pada para reviewer yang telah membantu dengan sumbangsih masukan dan koreksi pada setiap naskah.

Dari enam (6) artikel yang diterbitkan pada edisi kali ini, tiga (3) naskah merupakan kontribusi peneliti/ dosen eksternal, yaitu dari Program Studi Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta, Program Studi Teknik Industri Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta, dan Program Studi Teknik Industri Institut Sains & Teknologi Apkrind Yogyakarta. Sementara tiga (3) naskah merupakan kontribusi dosen program studi Teknik Industri dan Analis Kimia Universitas Setia Budi.

Akhir kata, tim redaksi memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penerbitan jurnal Tekinfo edisi kali ini, khususnya kepada Mitra Bestari yang telah memberikan bantuan koreksi dan arahan kepada tim redaksi. Kepada para pembaca dan pemerhati jurnal Tekinfo, kritik dan saran selalu kami harapkan demi kemajuan dan penyempurnaan jurnal tercinta ini. Semoga visi terakreditasinya jurnal Tekinfo ini dapat segera kami realisasikan. Aamiin. Mohon doa restu dan dukungan.

Salam publikasi,

Tim Redaksi

## Daftar Isi

Kata Pengantar .....	1
Daftar Isi .....	2
Efisiensi Material Handling ( <i>Forklift</i> ) Guna Meminimasi Biaya Sewa Menggunakan Simulasi.....	3
Perancangan Sistem Pendukung Keputusan untuk Pemilihan Pemasok Nata De Coco dengan Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).....	13
Pengendalian Kualitas Produk dengan Metode Six Sigma, Seven Tools, dan Kaizen untuk Mengurangi Produk Cacat di PT. Mitra Rekatama Mandiri .....	25
Analisis Pengangkatan Beban Air Galon dengan Pendekatan Fisiologi dan Biomekanika .....	42
Perancangan Alat Pemotong Tahu dan Rekayasa Pemanfaatan Limbah Cair untuk Meningkatkan Produktivitas Industri Tahu .....	52
Pemanfaatan QR-Code sebagai virtual guide di Museum .....	58

# Efisiensi *Material Handling* (*Forklift*) Guna Meminimasi Biaya Sewa Menggunakan Simulasi

Yuli Dwi Astanti\*<sup>1</sup>, Puryani<sup>2</sup>, Vertha Fuji Rizky S.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, UPN "Veteran", Yogyakarta

e-mail: \*[yuli.upnyk@yahoo.com](mailto:yuli.upnyk@yahoo.com), [purya\\_ni@yahoo.co.id](mailto:purya_ni@yahoo.co.id), [vertha\\_frs@ymail.com](mailto:vertha_frs@ymail.com)

## Abstrak

PT. Heinz ABC Indonesia merupakan perusahaan yang sudah cukup dikenal di Indonesia dalam memproduksi makanan. Salah satu produknya yaitu kecap ABC. Proses produksi kecap dilakukan di atas lantai pabrik seluas 28.230 m<sup>2</sup> yang memiliki jarak cukup jauh dari departemen satu ke departemen lainnya. Oleh karena itu, proses pemindahan material dibantu dengan material handling berupa *forklift*. Selama ini perusahaan memiliki tujuh *forklift* yang disewa dari pihak ketiga. Permasalahan yang terjadi adalah perusahaan merasa jumlah *forklift* yang disewa tidak efisien karena adanya waktu menganggur pada *forklift* dan mengakibatkan pemborosan pada biaya penyewaan *forklift*. Penelitian ini berusaha mengetahui jumlah *forklift* yang lebih efisien dengan cara mensimulasikan perpindahan material yang diangkut oleh *forklift*. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, dengan menggunakan 7 forklif perusahaan telah menggunakan utilitas *forklift* sebesar 82,01%. Dengan menggunakan pendekatan analisa "what-if" dalam simulasi, penelitian ini mencoba mengimplementasikan beberapa skenario usulan. Skenario dibuat dengan mengatur ulang rute perpindahan *forklift*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan skenario 3 merupakan usulan terbaik dengan jumlah *forklift* yang optimal adalah 6 *forklift* dengan utilitas sebesar 88,15%. Berdasarkan hasil simulasi PT. Heinz ABC Indonesia dapat menghemat biaya sewa *forklift* sebesar RP 9.750.000,-/ bulan.

**Kata kunci:** *material handling, simulasi, efisiensi biaya*

## PENDAHULUAN

Efisiensi adalah penggunaan sumber daya dan biaya secara minimum guna pencapaian hasil yang optimum. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk mencapai keefisienan pada perusahaan yaitu aliran pemindahan bahan (*material handling*). Aliran pemindahan bahan bertanggung jawab untuk mengangkut bahan antar stasiun kerja di lantai produksi untuk melancarkan proses produksi agar barang-barang dapat diselesaikan tepat pada waktunya, serta untuk menekan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi (Stubin, 2012).

Peningkatan efisiensi tepat diterapkan untuk sistem produksi *make-to-stock* yang relatif banyak mengeluarkan biaya produksi karena produk dibuat berdasarkan peramalan dengan jumlah banyak untuk disimpan dan memproduksi produk secara terus-menerus. Sistem produksi *make-to-stock* digunakan pada industri yang menghasilkan produk seperti makanan, minuman, mainan, obat-obatan, dll. Salah satu produk dari industri makanan yaitu kecap dari PT. Heinz ABC Indonesia. PT. Heinz ABC Indonesia adalah industri makanan yang sudah terkenal memproduksi kecap. Karakteristik dari perusahaan ini adalah *make-to-stock* dan memproduksi produk sesuai lot yang telah ditentukan (*batch product*). PT. Heinz ABC Indonesia memiliki lantai pabrik seluas 28.230 m<sup>2</sup> dan memiliki jarak cukup jauh dari departemen satu ke departemen lainnya, sehingga pemindahan material tidak efisien. PT. Heinz ABC Indonesia melakukan pemindahan material menggunakan alat

angkut berupa *forklift*.

Perusahaan memiliki tujuh *forklift* yang disewa dari pihak ketiga dengan biaya sewa yang tinggi sehingga terjadi pemborosan dan mengakibatkan perusahaan menjadi tidak efisien karena perusahaan tidak dapat meminimasi modal untuk menyewa alat pendukung proses produksi berupa *forklift*. Meskipun *forklift* hanya sebagai alat pendukung proses produksi, tetapi *forklift* tidak dapat dihilangkan, melainkan jumlah *forklift* tersebut harus dioptimalkan agar dapat mengurangi pemborosan pada perusahaan. *Forklift* tersebut memiliki masing-masing tugas yang berbeda. *Forklift* 1 digunakan untuk *loading* dan *unloading* bahan baku dari armada ke gudang dan sebaliknya, *forklift* 2 digunakan untuk mengangkut produk dari *packaging* ke gudang barang jadi (*finish good*), *forklift* 3 digunakan untuk mengangkut kemasan dari gudang ke lantai produksi, *forklift* 4 digunakan untuk mengangkut kemasan dari gudang ke lantai produksi dan ruang pengepakan (*packaging*), *forklift* 5 digunakan untuk mengangkut produk dari gudang barang jadi (*finish good*) ke armada, *forklift* 6 digunakan untuk mengangkut bahan baku gula dan garam ke ruang proses gula dan garam, *forklift* 7 digunakan untuk mengangkut pallet ke gudang bahan baku dan dan ruang pengepakan (*packaging*). Jika tugas dari *forklift* tersebut telah diselesaikan sebelum waktu kerja selesai, maka *forklift* tersebut menganggur. Ketujuh *forklift* tersebut dirasa masih kurang efisien karena masih memiliki waktu menganggur yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya peninjauan kembali terhadap kinerja dan jumlah penyewaan *forklift* yang digunakan agar dapat meminimasi biaya sewa.

Metode yang digunakan untuk meninjau kembali kinerja dan jumlah penyewaan *forklift* yang digunakan agar dapat meminimasi biaya sewa yaitu simulasi, yaitu dengan cara memodelkan dan mensimulasikan proses pemindahan bahan pada PT. Heinz ABC Indonesia. Simulasi mencoba mengimitasi dari sistem nyata dengan tujuan untuk mengamati karakteristik sistem nyata dan melakukan evaluasi serta perbandingan dengan sistem rekomendasi atau usulan.

## LANDASAN TEORI

### Penanganan Bahan (*Material Handling*)

Sistem penanganan bahan merupakan kegiatan mengangkat, mengangkut dan meletakkan bahan-bahan atau barang-barang dalam proses di dalam pabrik. Kegiatan dimulai semenjak bahan-bahan masuk atau diterima di pabrik sampai pada barang jadi atau produk akan dikeluarkan dari pabrik. Pada kegiatan manufaktur, pemindahan bahan mengambil porsi 25% dari jumlah pekerja 55% dari luas lantai yang digunakan, dan 87% dari waktu produksi yang digunakan. Informasi demikian merupakan bukti nyata pentingnya perancangan sistem pemindahan bahan yang mampu mereduksi kontribusi pekerja, luas lantai, dan waktu produksi (Hadiguna dan Setiawan, 2008). Pada dasarnya kegiatan penanganan bahan adalah kegiatan tidak produktif, karena pada kegiatan ini, bahan tidaklah mendapat perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga sebenarnya akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari ongkos penanganan bahan terkecil. Menghilangkan transportasi tidaklah mungkin dilakukan, maka caranya adalah dengan melakukan *hand-off*, yaitu menekan jumlah ongkos yang digunakan untuk biaya transportasi (Apple, 1990).

Menurut Purwanti (2011), penanganan bahan yang dikeluarkan sebagian besar dianggap kurang produktif karena merupakan pemborosan, sehingga perlu dilakukan usaha usaha agar biaya penanganan bahan dapat diperkecil. Faktor-faktor yang

menyebabkan pemborosan dalam penanganan bahan :

1. Adanya keterlambatan aliran bahan yang sedang atau akan dikerjakan dalam proses produksi.
2. Sering dibutuhkannya waktu yang lama untuk memindahkan bahan-bahan atau barang-barang ditempat-tempat pengiriman, penerimaan dan pemeriksaan atau pengecekan, yang disebabkan karena tempat-tempat tersebut tidak diatur dengan baik.
3. Adanya pemborosan dibagian pemeliharaan yang disebabkan kurangnya pengawasan langsung dalam menyusun dan memindahkan barang.

Strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi in-efisiensi dalam kegiatan manufaktur dapat dilakukan dengan beberapa cara (Meyers, 1993) :

1. Pengurangan jumlah dan jarak pengangkutan.
2. Pengurangan waktu yang dibutuhkan di dalam pengangkutan bahan.
3. Penanganan bahan secara lebih efektif.
4. Pemilihan alat pengangkutan bahan yang tepat.

*Forklift* merupakan kendaraan yang menggunakan operator sebagai pengemudi dan difungsikan sebagai alat angkut dalam pemindahan barang berkapasitas besar baik *indoor* maupun *outdoor*, termasuk dalam kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan, pabrik, gudang, ekspedisi, supermarket, dan lain-lain (Apple, 1990).

### Formulasi *Material Handling*

Salah satu variabel yang penting dalam perhitungan *material handling* adalah waktu transfer atau waktu pengiriman. Waktu siklus pengiriman adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan dengan urutan kerja yang telah ditentukan untuk proses yang ditangani oleh 1 orang operator (Kusnadi, 2009). Perhitungan *delivery cycle time* ( $T_c$ ) menggunakan persamaan (1).

$$T_c = T_L + \frac{L_d}{V_c} + T_U + \frac{L_e}{V_e} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- $T_c$  : waktu siklus pengiriman (menit/*delivery*)  
 $T_L$  : waktu yang dibutuhkan untuk *loading* (menit)  
 $L_d$  : jarak yang ditempuh antara stasiun *loading* dan *unloading* (meter)  
 $L_e$  : jarak yang ditempuh tanpa muatan (meter)  
 $V_c$  : kecepatan saat membawa muatan (meter/menit)  
 $V_e$  : kecepatan alat angkut tanpa muatan (meter/menit)

*Available time* adalah proporsi total waktu perpindahan bahwa kendaraan operasional tidak rusak atau sedang diperbaiki (Hadiguna dan Setiawan, 2008). Perhitungan *available time* (AT) dapat dihitung berdasarkan persamaan (2).

$$AT = 60 \times A \times T_f \times E \quad \dots\dots\dots(2)$$

- A : *Availability*

$$A = \frac{MTBR - MTTR}{MTBR} \quad \dots\dots\dots(3)$$

- MTBR : waktu rata-rata antar kerusakan (menit)  
 MTTR : waktu rata-rata untuk mereparasi (menit)  
 $T_f$  : *Traffic factor*  
 E : *Worker efficiency*

*Work load* adalah jumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh seseorang ataupun sekelompok orang selama periode waktu tertentu dalam keadaan normal (Hadiguna dan Setiawan, 2008).

$$WL = R_f \times T_c \quad \dots\dots\dots(4)$$

$R_f$  : *Total delivery requirement (delivery/jam)*

$T_c$  : *Delivery cycle time (menit/delivery)*

Setelah mendapatkan hasil perhitungan *work load* maka selanjutnya akan melakukan perhitungan jumlah kendaraan yang dibutuhkan dengan persamaan (5).

$$N_c = \frac{WL}{AT} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$N_c$  : Jumlah kendaraan

$WL$  : *Work load*

$AT$  : *Available time*

## Simulasi

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi/ menggambarkan ciri, tampilan dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya, dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasar hasil dari simulasi. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi, maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer (Law dan Kelton, 2000).

Penggunaan simulasi secara efektif membutuhkan perhatian khusus untuk memodelkan dan mengimplementasikan proses. Simulasi yang akan dilakukan adalah menggunakan *software* Promodel. Proses dalam simulasi tersebut terdiri dari lima langkah penting, yaitu (Harrel, Ghosh and Bowden, 2003):

1. Membangun suatu model konseptual dari sistem atau permasalahan yang dipelajari.
2. Membangun model simulasi
3. Melakukan verifikasi dan validasi model
4. Mendesain eksperimen dengan menggunakan model
5. Menampilkan eksperimen dengan menganalisa hasil.

Langkah-langkah untuk membangun sebuah simulasi dapat dilihat pada

ProModel merupakan salah satu *software* simulasi berbasis Windows yang dapat digunakan untuk memodelkan dan menganalisa suatu sistem yang beragam bentuk dan ukuran. ProModel memberikan kombinasi yang baik dalam pemakaian, fleksibilitas, dan kemampuan untuk memodelkan suatu sistem nyata.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dipusatkan pada proses produksi kecap. Alur perpindahan *forklift* pada system nyata dapat dilihat pada Tabel 1.



**Tabel 1.** Alur Perpindahan *Forklift* pada Sistem Nyata

<i>Forklift</i>	Sub rute	Deskripsi sub rute <i>forklift</i>
FI	Rute 1	Armada 1 ke gudang gula
	Rute 2	Armada 2 ke gudang garam
	Rute 3	Armada 3 ke gudang kemasan
	Rute 4	Armada 4 ke gudang botol
F2	Rute 5	<i>Packaging</i> ke <i>finish good</i>
F3	Rute 6	Gudang kemasan ke <i>filling pouch</i>
	Rute 7	Gudang kemasan ke <i>filling sachet</i>
	Rute 8	Gudang kemasan ke <i>filling jerycan</i>
	Rute 9	Gudang kemasan ke <i>filling PET</i>
	Rute 10	Gudang botol ke <i>filling botol</i>
F4	Rute 11	Gudang kemasan ke <i>packaging</i>
F5	Rute 12	<i>Finish good</i> ke armada 5
F6	Rute 13	Gudang gula ke proses gula
	Rute 14	Gudang garam ke proses garam
F7	Rute 15	Ruang <i>pallet</i> ke gudang gula
	Rute 16	Ruang <i>pallet</i> ke gudang garam
	Rute 17	Ruang <i>pallet</i> ke gudang kemasan
	Rute 18	Ruang <i>pallet</i> ke gudang botol
	Rute 19	Ruang <i>pallet</i> ke <i>packaging</i>

Langkah–langkah pengolahan data yang dilakukan pada adalah :

1. Melakukan identifikasi masalah terhadap masalah di PT. Heinz ABC Indonesia.
2. Menganalisa perhitungan. Menjabarkan perhitungan seperti waktu perpindahan, frekuensi, FTC, waktu siklus pengiriman, waktu tersedia dan jumlah *forklift* yang dibutuhkan setiap rute.
3. Membangun model *real system*. Setelah mendapatkan perhitungan, langkah selanjutnya adalah membangun model berdasarkan kondisi nyata dengan menggunakan data yang telah diolah. Pembangunan model dilakukan dengan menggunakan *software ProModel*.
4. Simulasi model sistem nyata. Mensimulasikan model sistem nyata untuk kemudian diamati.
5. Verifikasi model. Verifikasi model digunakan untuk melihat apakah model sudah sesuai konsep.
6. Validasi model. Validasi model simulasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan target produksi nyata dan membandingkan utilitas dari hasil simulasi dengan *output* dari setiap departemen pada kondisi nyata.

7. Pengembangan skenario perbaikan. Berdasarkan hasil dari model simulasi nyata, langkah selanjutnya adalah merancang beberapa skenario perbaikan.
8. Membangun model skenario perbaikan. Setelah skenario dirancang, langkah selanjutnya adalah mengubah sistem nyata berdasarkan hasil rancangan skenario perbaikan.
9. Simulasi model skenario perbaikan. Model yang telah dibangun kemudian disimulasikan untuk kemudian dilihat perbedaannya dengan model sistem nyata.
10. Pemilihan skenario. Skenario perbaikan yang telah dibuat kemudian dibandingkan dengan model sistem nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan yang pertama yaitu menghitung total waktu aliran bahan. Waktu didapatkan dari hasil jarak perpindahan antar departemen dibagi dengan kecepatan *forklift*, frekuensi didapatkan dari hasil kapasitas beban yang diangkat dibagi dengan kapasitas alat angkut, sedangkan total waktu didapatkan dari hasil frekuensi mengangkut maupun kembali dikalikan dengan waktu satu kali perpindahan. Contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan

$$\text{- Muatan} = \frac{5+10}{2} = 7,5 \text{ m/menit}$$

$$\text{- Tanpa muatan} = \frac{10+15}{2} = 12,5 \text{ m/menit}$$

2. Waktu (F1 *shift* 1 dari armada 1 ke gudang gula)

$$\text{- Mengangkut} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{10}{7,5} = 1,33 \text{ menit}$$

$$\text{- Kembali} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{10}{12,5} = 0,80 \text{ menit}$$

3. Frekuensi (F1 *shift* 1 dari armada 1 ke gudang gula)

$$\text{- Frekuensi} = \frac{\text{kapasitas beban}}{\text{kapasitas forklift}} = \frac{62500 \text{ KG}}{2500 \text{ KG}} = 25 \text{ kali perpindahan}$$

4. Waktu siklus pengiriman (untuk rute 1):

$T_L = 0$  menit (tidak diperhitungkan karena waktu *loading* terlalu kecil )

$T_U = 0$  menit (tidak diperhitungkan karena waktu *unloading* terlalu kecil )

$L_d = 10$  meter ;  $L_e = 10$  meter ;  $V_c = 7,5$  m/menit ;  $V_e = 12,5$  m/menit

$$T_c = 0 + \frac{10}{7,5} + 0 + \frac{10}{12,5} = 2,13 \text{ menit}$$

5. *Work Load* (WL) untuk rute 1 tanggal 2 Maret 2016 *shift* 1:

$$Rf = \frac{\text{frekuensi}}{\text{jam kerja perhari}} = \frac{50}{7} = 7,1 \text{ delivery/jam}$$

$$WL = T_c \times Rf = 2,13 \times 7,1 = 15,2 \text{ del.menit/jam}$$

6. Jumlah *forklift* (untuk *shift* 1 tanggal 2 Maret 2016):

$$AT = 60 \text{ menit}$$

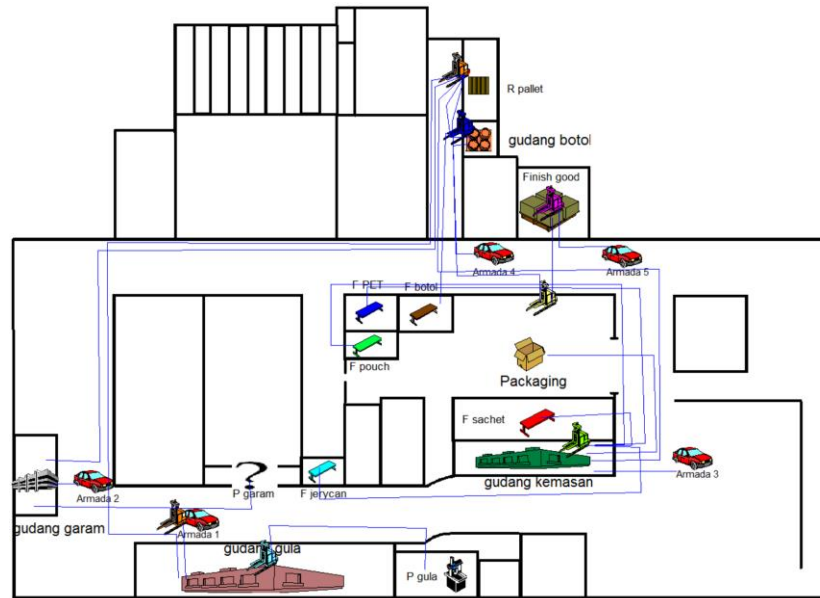
$$Nc \text{ rute 1} = \frac{WL}{AT} = \frac{15,2}{60} = 0,25$$

7. Perhitungan dilakukan sampai 19 rute sehingga didapatkan total jumlah *forklift* yang dibutuhkan pada *shift* 1 tanggal 2 Maret 2016 sebanyak 7 *forklift*

## Model Simulasi

Model yang dibangun merupakan model dari sistem nyata PT. Heinz ABC Indonesia. Model sistem nyata dibangun untuk melihat utilitas penggunaan *forklift* yang ada di perusahaan. *Software* simulasi yang digunakan untuk membuat model adalah ProModel. Pembangunan model sistem nyata menggunakan beberapa

komponen yaitu lokasi (*location*), entitas (*entities*), sumber daya (*resources*), alur jaringan (*path network*), kedatangan (*arrivals*) dan proses (*processing*). Gambar model sistem nyata dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Layout Model Sistem Nyata

Setelah dilakukan validasi dan dinyatakan valid, simulasi dijalankan dan siap untuk dilakukan percobaan dengan membangun beberapa skenario sistem. Hasil *running* simulasi sistem nyata direplikasi sebanyak 26 kali sesuai dengan data asli, diperoleh waktu penggunaan *forklift* dan utilitas penggunaan *forklift*. Hasil *running* simulasi sistem nyata dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil *running* tersebut dapat dilihat bahwa waktu penggunaan *forklift* pada simulasi sama dengan waktu penggunaan *forklift* pada data asli. Prosentase utilitas yang dihasilkan menunjukkan bahwa masih terdapat *forklift* yang memiliki utilitas jauh dibawah 100%, sehingga perlu dilakukan usulan perbaikan agar utilitas dapat meningkat.

Tabel 2. Simulasi Sistem Nyata

<i>Forklift</i>	Sub rute	Deskripsi sub rute <i>forklift</i>	Utilitas (%)
F1	Rute 1	Armada 1 ke gudang gula	99,76
	Rute 2	Armada 2 ke gudang garam	
	Rute 3	Armada 3 ke gudang kemasan	
	Rute 4	Armada 4 ke gudang botol	
F2	Rute 5	<i>Packaging</i> ke <i>finish good</i>	73,77
F3	Rute 6	Gudang kemasan ke <i>filling pouch</i>	45,16
	Rute 7	Gudang kemasan ke <i>filling sachet</i>	
	Rute 8	Gudang kemasan ke <i>filling jerycan</i>	

<i>Forklift</i>	<i>Sub rute</i>	<i>Deskripsi sub rute forklift</i>	<i>Utilitas (%)</i>
	Rute 9	Gudang kemasan ke <i>filling</i> PET	
F4	Rute 10	Gudang botol ke <i>filling</i> botol	99,76
	Rute 11	Gudang kemasan ke <i>packaging</i>	
F5	Rute 12	<i>Finish good</i> ke armada 5	56,10
F6	Rute 13	Gudang gula ke proses gula	99,76
	Rute 14	Gudang garam ke proses garam	
F7	Rute 15	Ruang <i>pallet</i> ke gudang gula	99,76
	Rute 16	Ruang <i>pallet</i> ke gudang garam	
	Rute 17	Ruang <i>pallet</i> ke gudang kemasan	
	Rute 18	Ruang <i>pallet</i> ke gudang botol	
	Rute 19	Ruang <i>pallet</i> ke <i>packaging</i>	
<b>Rata-rata</b>			<b>82,01</b>

### Pengembangan Skenario

Simulasi skenario 1 dengan mengatur ulang rute kerja *forklift* dengan menggunakan enam buah *forklift*. Pada skenario 1, F4 sebelumnya ditiadakan dan rute 10 bergabung dengan F1 dan rute 11 bergabung dengan F3, sehingga didapatkan utilitas baru. Simulasi skenario 2 dengan mengatur ulang rute kerja *forklift* dengan menggunakan enam buah *forklift*. Pada skenario 2, F6 sebelumnya ditiadakan dan rute 10 bergabung dengan F1 dan rute 11 bergabung dengan F3, sehingga didapatkan utilitas baru. Simulasi skenario 3 dengan mengatur ulang rute kerja *forklift* dengan menggunakan enam buah *forklift*. Pada skenario 3, F3 sebelumnya ditiadakan dan rute yang ada di F3 bergabung dengan F1, sehingga didapatkan utilitas baru. Rincian rute kerja *forklift* pada ketiga skenario dapat dilihat pada Tabel 3.

### Perbandingan Hasil Skenario

Tiga skenario yang baru dibangun bertujuan untuk menentukan jumlah *forklift* yang optimal dan kebijakan alokasi rute gabungan. Setiap skenario memiliki karakteristik dan hasil masing-masing, untuk menentukan skenario terbaik, maka harus dilakukan perbandingan dari setiap skenario. Parameter yang digunakan untuk menentukan skenario terbaik adalah banyaknya prosentase utilitas *forklift* yang mendekati 100%. Perbandingan antar skenario dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan perbandingan hasil skenario dapat dilihat bahwa dari skenario 1 hingga skenario 3 semua dapat mengoptimalkan jumlah *forklift* menjadi 6 *forklift*. Berdasarkan parameter yang digunakan, maka skenario terbaik adalah skenario 3 karena terdapat banyaknya prosentase utilitas *forklift* yang mendekati 100% dibandingkan skenario lain.

### Usulan Biaya Sewa *Forklift*

Usulan biaya sewa *forklift* dengan jumlah 6 *forklift* sesuai dari hasil skenario simulasi yang telah ditentukan. Perhitungan usulan biaya sewa dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan usulan biaya sewa tersebut maka biaya sewa *forklift* per bulan mengalami penurunan biaya sebesar Rp 9.750.000,-/bulan.

**Tabel 3.** Perubahan Rute dan Utilitas dari Tiga Skenario

<i>Forklift</i>	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
	Sub Rute	Sub Rute	Sub Rute	Utilitas %	Utilitas %	Utilitas %
F1	Rute 1	Rute 1	Rute 1	99,76%	99,76%	99,76%
	Rute 2	Rute 2	Rute 2			
	Rute 3	Rute 3	Rute 3			
	Rute 4	Rute 4	Rute 4			
	Rute 10	Rute 13	Rute 6			
		Rute 14	Rute 7			
			Rute 8			
			Rute 9			
F2	Rute 5	Rute 5	Rute 5	73,77%	73,77%	73,77%
F3	Rute 6	Rute 6	-	56,73%	45,16%	-
	Rute 7	Rute 7				
	Rute 8	Rute 8				
	Rute 9	Rute 9				
	Rute 11					
F4	-	Rute 10	Rute 10	-	99,76%	99,76%
		Rute 11	Rute 11			
F5	Rute 12	Rute 12	Rute 12	56,10%	50,10%	56,10%
F6	Rute 13	-	Rute 13	99,76%	-	99,76%
	Rute 14		Rute 14			
	Rute 15	Rute 15	Rute 15			
	Rute 16	Rute 16	Rute 16			
	Rute 17	Rute 17	Rute 17			
	Rute 18	Rute 18	Rute 18			
	Rute 19	Rute 19	Rute 19			
<b>Rata-Rata</b>				<b>80,98%</b>	<b>79,05%</b>	<b>88,50%</b>

**Tabel 4.** Usulan Biaya Sewa *Forklift*

Tipe	Tipe Transmisi	Biaya Sewa
<i>Forklift</i> Rental III-Cat 1132	<i>Diesel</i>	Rp 9.750.000.-
<i>Forklift</i> Rental V-Cat 1133	<i>Diesel</i>	Rp 9.750.000.-
<i>Forklift</i> Rental VII-Cat-1112	<i>Diesel</i>	Rp 9.750.000.-
<i>Forklift</i> Rental 108 LINDE	<i>Electric</i>	Rp 9.350.000.-
<i>Forklift</i> Rental 109 LINDE	<i>Electric</i>	Rp 9.350.000.-
<i>Forklift</i> Rental 110 LINDE	<i>Electric</i>	Rp 9.350.000.-
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 57.300.000,- / bulan</b>

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil. Kesimpulan tersebut merupakan jawaban dari perumusan masalah pada penelitian ini yaitu berapa jumlah *forklift* yang optimal agar dapat meminimasi biaya. Kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Semua kebijakan yang diterapkan dalam skenario 1 hingga skenario 3 dapat meminimasi biaya sewa.
2. Skenario terbaik adalah skenario 3 karena memiliki utilitas yang paling tinggi diantara skenario lainnya.
3. Biaya sewa yang dapat dikeluarkan perusahaan setiap bulannya sesuai usulan penelitian ini sebesar Rp 57.300.000,- dan perusahaan dapat menghemat biaya sewa sebesar Rp 9.750.000,- dari biaya sewa sebelumnya.

## SARAN

Saran yang dapat diberikan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan pengembangan skenario dengan mengubah rute aliran *forklift* sesuai sudut pandang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M., 1990, *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan, Edisi Ketiga*, Penerbit ITB, Bandung.
- Hadiguna, R. A., Setiawan, H., 2008, *Tata Letak Pabrik*, ANDI, Yogyakarta.
- Harrell, C., Ghosh, B. K., and Bowden, R., 2003, *Simulation Using Promodel, 2<sup>nd</sup> ed.*, McGraw-Hill, Singapore.
- Kusnadi, E., 2009, *Analisis produktivitas terhadap penyeimbangan lintasan*, Unpublished undergraduate thesis, Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Law, A. M., and Kelton, W., 2000, *Simulation Modeling And Analysis (Third ed.)*, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Meyers, F.E., 1993, *Plant Layout and Material Handling*, Prentice Hall, New Jersey.
- Purwanti., 2011, *Pemeliharaan Fasilitas dan Penanganan Bahan*, <https://www.academia.edu> diakses pada 16 Mei 2016.
- Stubin, J., A., 2012, *Penanganan Kebutuhan Material (Material Handling)*, <http://www.pendidikanekonomi.com> diakses pada 26 April 2016.