

# EFISIENSI PENGGUNAAN PERALATAN PEMINDAHAN MATERIAL MENGGUNAKAN SIMULASI PADA PT TRIAS SENTOSA

Victor Indrawan<sup>1</sup>, I Gede Agus Widyadana<sup>1</sup>

**Abstract:** This study has been done to reduce the cost of material handling equipment owned by PT. Trias Sentosa, which reached 4.3 billion rupiahs per year. The material handling equipment that PT. Trias Sentosa wanted to become more efficient is *forklift*. Currently, PT. Trias Sentosa has 20 *forklift* but 5 of them are damaged or have a specific task so they aren't included in the model. This attempt to seek the efficiency is using a simulation with ProModel. The simulation results converted into Pareto Chart to find the most problematic locations and *forklifts*. The locations which need to be efficienced based on Pareto Chart are raw material warehouse and finished goods warehouse, and for the *forklift* is the battery *forklift*. The optimal solution based on this simulation is to reduce 3 battery *forklift*, add 1 diesel *forklift*, and assigning 1 diesel *forklift* to packaging warehouse. This solution can reduce around 100.799.879,08 rupiahs.

**Keywords:** Efficiency MHE, ProModel, Simulation.

## Pendahuluan

PT Trias Sentosa merupakan perusahaan multinasional yang bergerak di bidang industri *flexible packaging film manufacturer*. PT Trias Sentosa memiliki strategi *make to order* yang menyebabkan variasi produk yang dihasilkan banyak.

PT. Trias Sentosa yang berada di Krian saat ini memiliki 5 buah gudang yang terpisah. Lima gudang yang terpisah tersebut membutuhkan beberapa peralatan pemindahan material untuk menunjang prosesnya. Salah satu peralatan pemindahan material yang digunakan di PT. Trias Sentosa adalah *forklift* sejumlah 20 buah. PT. Trias Sentosa memiliki *demand* yang fluktuatif, yang menyebabkan kegiatan di awal bulan akan berbeda dengan di akhir bulan. Aktivitas *forklift* yang dilakukan oleh PT. Trias Sentosa berpuncak pada akhir bulan, ketika banyak pengiriman yang dilakukan. Saat akhir bulan, terkadang masih terdapat beberapa *forklift* yang sering mengalami idle. Banyaknya macam dan jumlah peralatan pemindahan material membutuhkan biaya yang tidak sedikit, yaitu sekitar Rp 4,3 milyar per tahunnya. Biaya tersebut digunakan hanya untuk memenuhi kebutuhan pemindahan barang (bahan bakar, sewa *forklift*, *maintenance forklift*, dan lainnya) dan proses tersebut tidak memberikan nilai tambah. Pihak manajemen PT. Trias Sentosa menyatakan bahwa biaya tersebut cukup besar dan perlu untuk dikurangi.

Tidak hanya perpindahan barang menggunakan peralatan pemindahan material, tetapi juga masih banyak terdapat aktivitas lain yang membutuhkan peran manusia dan menghasilkan kegiatan yang kurang efisien. PT Trias Sentosa menginginkan efisiensi dalam penggunaan peralatan pemindahan material. Efisiensi yang dimaksud berupa pengurangan jumlah peralatan pemindahan material, penerapan ide baru pada proses material handling tanpa mengurangi produktivitas yang ada atau bahkan kalau bisa dapat ditingkatkan. Tujuan akhir dari pengefisienan tersebut berakhir pada pengurangan biaya pada proses material handling dengan tetap memperhatikan utilitasnya. Cara yang digunakan untuk pengefisienan tersebut menggunakan simulasi dengan bantuan software ProModel.

## Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas metode-metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

### Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer, sehingga dapat diterapkan dalam berbagai bidang industri menurut Law dan Kelton [1]. Simulasi memiliki beberapa kelebihan, beberapa kelebihan menggunakan simulasi menurut Kakiay [2] adalah sebagai berikut:

- Biaya lebih rendah jika dibandingkan dengan percobaan langsung
- Membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan percobaan langsung

<sup>12</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: victor.indrawan1995@gmail.com, gedeaw@gmail.com

- Dapat mengontrol waktu seperti mengontrol kecepatan simulasi.
- Dapat digunakan untuk mempelajari sistem yang ada tanpa mengganggu
- Operasi yang sedang berjalan.
- Mengidentifikasi bottleneck.
- Menguji sistem yang hendak diimplementasi sebelum diimplementasikan

Langkah-langkah dalam pelaksanaan studi simulasi Langkah-langkah dalam pelaksanaan studi simulasi menurut Sukendar, dkk [3] adalah sebagai berikut:

- Formulasi masalah dan perencanaan studi

Studi diawali dengan pernyataan jelas tentang pokok masalah dan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Setelah itu pelaksana studi direncanakan dengan mempertimbangkan keterbatasan sarana dan prasarana yang tersedia. Selain itu juga ditentukan model yang digunakan, kriteria performansi yang akan dipakai, kerangka konfigurasi sistem yang akan ditinjau.

- Pengumpulan data dan perancangan model

Pengumpulan data dan informasi dari sistem yang ditinjau diperlukan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja dan menentukan distribusi peluang bagi proses random yang digunakan dalam model. Kekurangan data akan mengurangi keakuratan model dan sebaliknya data yang terlalu kecil akan membutuhkan biaya besar dan waktu pengumpulan yang lama.

- Validasi model

Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengecekan asumsi-asumsi yang ditetapkan dalam pembuatan model serta melibatkan ahli yang mengenal sistem dengan baik.

- Penyusunan program computer dan verifikasi

Pemilihan perangkat lunak yang akan digunakan dalam simulasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kesuksesan penelitian, yaitu dalam hal keakuratan model, validitas model dan waktu eksekusi, dan waktu penyelesaian penelitian secara keseluruhan.

- Uji coba program

Uji coba program dilakukan untuk keperluan validasi pada tahap berikutnya

- Validasi program

Hasil uji coba program diteliti kembali untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam program atau model yang digunakan.

- Perancangan eksperimen

Pada tahap ini diputuskan perancangan sistem seperti apa yang akan disimulasikan dari beberapa alternatif yang mungkin ada.

- Eksekusi program

Eksekusi program dilakukan sesuai dengan perancangan eksperimen yang telah dibuat.

- Analisis output simulasi

Data output simulasi digunakan untuk mengestimasi kriteria performansi sistem yang diteliti. Hasil

estimasi ini kemudian digunakan untuk menjawab tujuan studi.

- Dokumentasi, presentasi, dan implementasi

Dokumentasi yang baik diperlukan karena tidak jarang model simulasi yang telah dibuat akan dipakai untuk lebih dari satu aplikasi. Akhirnya hasil dari studi simulasi perlu diimplementasikan, untuk itu kredibilitas model simulasi yang dibangun harus tinggi agar dapat digunakan secara nyata.

### ProModel

*ProModel* adalah sebuah teknologi simulasi kejadian diskrit yang digunakan untuk merencanakan, mendesain, dan meningkatkan sebuah perusahaan baru maupun lama dalam bidang manufaktur, logistik dan sistem operasional lainnya menurut *ProModel Corporation* [4]. Komponen-komponen yang dimiliki oleh *ProModel* menurut Sukendar, dkk [3] adalah sebagai berikut:

- *Entities*

Entitas datang dan mengikuti alur proses dari stasiun kerja yang satu ke stasiun kerja yang lainnya. Entitas dapat berupa material, individu atau orang, kertas kerja, dan lain-lain.

- *Location*

*Location* dapat berupa stasiun kerja, mesin-mesin, antrian, atau operator. *Location* memiliki jumlah *unit* dan kapasitas pelayanan.

- *Resource*

*Resources* dapat berupa *operator*, *tools*, atau alat angkut sebagai pemindah entitas diantara stasiun kerja yang ada. *Resources* dapat bergerak pada alur produksi dengan kecepatan tertentu.

- *Path networks*

*Path networks* merupakan jalur atau *line resources* dalam pemindahan entitas.

- *Routing and processing logic*

Merupakan penjabaran alur proses entitas masuk, diproses pada tiap stasiun kerja hingga keluar dari sistem. Pada bagian ini diinputkan waktu pelayanan, distribusi waktu pelayanan, waktu transportasi menggunakan *resources*.

- *Arrivals*

Menerangkan tentang apa saja entitas yang akan memasuki sistem, distribusi dan tingkat kedatangan entitas.

### Ball Transfer Unit

*Ball transfer unit* (BTU) adalah sebuah bola yang diletakkan pada sebuah wadah yang berfungsi sebagai jalan untuk memindahkan barang dan terdiri dari banyak bola-bola kecil. Bola-bola tersebut dirancang akan berputar ketika akan digunakan untuk memindahkan beban. Penerapan BTU membutuhkan beberapa macam perhitungan. Perhitungan *ball transfer unit* dapat menggunakan rumus menurut *Rexroth Bosch Goup* [5] sebagai berikut:

- Perhitungan jarak antar BTU

$$a = \frac{p}{2.5} \quad (1)$$

keterangan:

$a$  = jarak antar *ball transfer unit* (mm)

$p$  = panjang atau lebar palet yang paling kecil (mm)

- Pemilihan jenis dari BTU

$$F_{BTU} = \frac{F}{n} \quad (2)$$

keterangan:

$F_{BTU}$  = beban yang ditampung masing-masing BTU (kg) (jenis)

$F$  = beban yang diangkut (kg)

$n$  = jumlah BTU yang digunakan untuk menampung 1 barang (pcs)

- Perhitungan umur dari BTU

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^3 \times 10^6 \quad (3)$$

keterangan:

$L$  = jumlah rotasi bola (rotasi)

$C$  = kapasitas bola (kg)

$F$  = beban yang diangkut (kg)

## Hasil dan Pembahasan

Pembuatan model, dilakukan untuk mencari cara untuk mengefisienkan peralatan pemindahan material PT Trias Sentosa yang dapat dilakukan. Model awal akan dijadikan acuan dalam penerapan usulan. PT Trias Sentosa memiliki berbagai macam *material handling*. *Forklift* merupakan salah satu peralatan pemindahan material yang digunakan oleh perusahaan yang saat ini berjumlah 20 buah. PT Trias Sentosa memiliki beberapa bangunan yang menunjang aktivitas produksi. Bangunan-bangunan yang dimiliki oleh PT Trias Sentosa dan berada di plant krian adalah sebagai berikut gudang barang jadi, BOPET 2, gudang bahan baku, BOPP (Line 4), gudang RPM, BOPP (Line 6), gudang RPMS 1, *waste center*, gudang RPMS 2, *carpenter*, *converting*, dan BOPET 1

### Aktivitas Gudang Barang Jadi

Gudang barang jadi memiliki berbagai macam kegiatan untuk menunjang aktivitas perusahaan. Aktivitas yang dilakukan di gudang antara lain adalah penerimaan barang jadi dan WIP, pengiriman barang ekspor dan lokal, pengaturan barang di dalam gudang (penataan barang), penandaan pelanggan (dengan stiker) dan melakukan *scanning barcode*.

### Forklift

Jumlah *forklift* yang beroperasi di PT Trias Sentosa berjumlah 20 buah. Setiap *forklift* pada dasarnya memiliki tugas dan tanggung jawab masing-masing, tetapi *forklift* yang ada dapat membantu pekerjaan lainnya. Jumlah *forklift* yang dimiliki oleh PT Trias

Sentosa adalah sebagai berikut:

- 2 *forklift* tidak dapat digunakan (rusak)
  - 1 *forklift* digunakan untuk keperluan *feeding material*
  - 1 *forklift* digunakan untuk keperluan pengangkutan waste
  - 1 *forklift* digunakan untuk keperluan *carpenter*
  - 3 *forklift* digunakan untuk keperluan support bahan baku
  - 8 *forklift* digunakan untuk melakukan keperluan gudang (penarikan barang jadi, inputan, penataan gudang)
  - 1 *forklift* baterai untuk keperluan gudang barang jadi
  - 3 *forklift* baterai untuk keperluan gudang *packaging*
- Forklift* yang akan digunakan dalam simulasi hanya 15 buah. Hal itu disebabkan karena 2 buah *forklift* rusak dan 3 *forklift* lainnya tidak dapat diganggu, dikarenakan sudah memiliki pekerjaan yang banyak. *Forklift-forklift* tersebut adalah *forklift* untuk keperluan *feeding material*, *waste*, dan *carpenter*.

### Model Awal

Pengambilan data diambil di PT Trias Sentosa Krian yang dimulai dari tanggal 28 Juni 2016 hingga 3 November 2016. Lokasi yang berada di PT Trias akan disederhanakan menjadi gudang barang jadi, gudang inputan, gudang bahan baku, gudang packaging, dan lokasi produksi. Model ini, akan difokuskan ke gudang barang jadi, dikarenakan pada gudang barang jadi memiliki aktivitas yang cukup sibuk. Fasilitas yang ada di gudang PT Trias Sentosa adalah tempat penyimpanan *finished good*, tempat penyimpanan barang *WIP* atau *inputan*, pintu masuk kendaraan, pintu barang dari dan ke lokasi lain, pintu *loading* barang lokal, pintu *loading* barang *export* dan *unloading* barang *import*, pintu *line 6*, dan rak penyimpanan barang *slow moving*.

Data penerimaan barang tidak dapat dihitung jumlahnya, karena tidak ada data yang menunjukkan jumlah palet yang masuk dan keluar gudang. Data yang dapat digunakan untuk mendekati jumlah palet di dalam gudang adalah rekap HU. HU sendiri adalah sebuah kode satuan untuk setiap barang yang di produksi oleh PT Trias Sentosa. Satu palet sendiri dapat berisi 1 HU hingga 8 HU atau bahkan lebih.

Data pengiriman barang tidak bisa didapatkan karena tidak ada data jumlah palet yang dikirim setiap harinya. Data harus dalam satuan palet dikarenakan pekerjaan *forklift* berdasarkan jumlah *palet*.

Data yang digunakan untuk mendekati data tersebut adalah data pengiriman menggunakan jenis truk. Asumsi yang digunakan adalah truk akan selalu mengangkut dengan jumlah palet yang konstan.

Data validasi akan diambil dengan menggunakan *sampling*. *Sampling* yang diamati adalah pekerjaan *forklift*. Data hasil *sampling* yang nantinya akan dijadikan sebagai data penentuan validasi.

### Pembuatan Model

Enam elemen yang akan digunakan untuk pembuatan model awal akan dibuat menyerupai keadaan sebenarnya. Enam elemen yang digunakan adalah, *location*, *entity*, *processing*, *arrival*, *resources*, dan *path network*.

#### 1. Location

Lokasi adalah sebuah bagian yang menggambarkan bagian wilayah yang digunakan dalam keadaan sesungguhnya

#### 2. Entity

Entity merupakan salah satu bagian yang diproses dalam simulasi. Barang-barang tersebut yang akan menjadi objek pengangkutan dan pemindahan barang dan ada juga yang berfungsi sebagai *entity* untuk memicu *entity* lain untuk bergerak. (contoh: FG, WIP, dan *packaging* adalah sebagian dari *entity* yang berfungsi sebagai barang sesungguhnya yang diproses. Reservasi raw, reservasi inputan adalah sebagian *entity* yang berfungsi sebagai *dummy* yang digunakan untuk memicu pergerakan *entity* lainnya).

#### 3. Arrival

*Arrival* merupakan salah satu bagian dalam simulasi yang bertujuan untuk mengatur datangnya barang ke dalam proses simulasi. Beberapa data memiliki jumlah yang sedikit dikarenakan adanya keterbatasan waktu, oleh karena itu akan digunakan distribusi triangular untuk mendekati data yang berjumlah sedikit (Tabel 1.). Salah satu data yang berjumlah banyak menggunakan *user distribution* dikarenakan tidak sesuai dengan distribusi apapun.

#### 4. Resource

*Resources* yang digunakan pada simulasi ini adalah peralatan pemindahan material saja. *Resources* yang digunakan adalah *forklift*, truk, *forklift* baterai gudang barang jadi, *forklift* baterai gudang *packaging*, dan *forklift* bahan baku.

#### 5. Path Networks

*Path network* digunakan untuk mendeklarasikan jalur yang akan digunakan oleh *resources*. Jarak antar gedung diukur menggunakan denah yang dimiliki PT Trias Sentosa. Jarak antara fasilitas di dalam gudang barang jadi didapatkan berdasarkan hasil pengukuran menggunakan meteran.

#### 6. Processing

Proses dalam simulasi berfungsi untuk memberikan tujuan dan arah jalannya model simulasi. Proses dari

**Tabel 1.** Arrival

Jenis Barang	Frekuensi
WIP (produksi)	T(9.6,10.8,11.4) min
WIP (Line 6)	T(28.8,31.8,34.8) min
Kontainer	T(16,45.01,96) min
Truk	T(24,58.8,120) min
HU	Jadwalhu() min
Material packing	T(0.47,2.67,6.23) min
Truk bahan baku	T(48,60,96) min
Reservasi Bahan baku	T(1.2,23.4,96) min
Reservasi WIP	T(0.4,1.9,2.67) min
Reservasi Packing	T(0.65,1.48,2.56) min

simulasi diawali dengan barang yang datang dalam bentuk HU ke lantai produksi. HU tersebut akan dikelompokkan terlebih dahulu dalam 1 palet. Satu palet dapat berisi sekitar 1 sampai 8 buah HU. Barang yang sudah dijadikan dalam satuan palet selanjutnya akan diangkat ke gudang barang jadi menggunakan truk atau *forklift*.

Barang yang sudah sampai di pintu masuk gudang akan dikelompokkan terlebih dahulu berdasarkan kelompok truk. Pembagian kelompok truk didasarkan pada jumlah truk yang digunakan PT Trias Sentosa untuk melakukan pengiriman. Probabilitas yang digunakan dalam pengelompokkan adalah sebagai berikut:

- Barang *finished good* yang dikirim menggunakan menggunakan truk

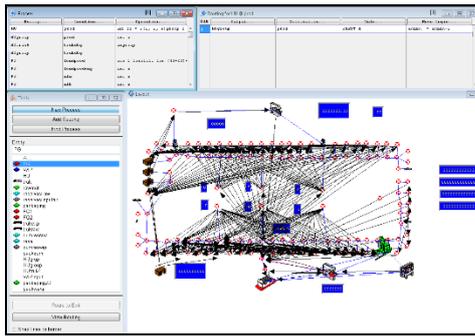
Sebanyak 19% dikelompokkan menjadi 16 palet, 44% dikelompokkan menjadi 10 palet, 27% dikelompokkan menjadi 8 palet, dan 10% dikelompokkan menjadi 4 palet.

- Barang *finished good* yang dikirim menggunakan kontainer

Sebanyak 33% akan dimasukkan ke dalam kontainer 20' dengan pengelompokkan berdasarkan distribusi triangular T(16,20,24) buah, sedangkan 64% akan diasumsikan dimasukkan ke dalam kontainer 40' dengan pengelompokkan berdasarkan distribusi triangular T(36,38,40) buah, dan 3% akan diasumsikan menggunakan kontainer dengan jenis LCL dengan pengelompokkan berdasarkan distribusi triangular T(8,10,10) buah.

Barang yang sudah dikelompokkan selanjutnya akan dikirimkan atau diletakkan ke dalam wilayah penyimpanan masing-masing. Masing-masing wilayah penyimpanan memiliki kapasitas 3 kelompok set truk, apabila seluruh wilayah telah terisi penuh, tetapi masih terdapat barang yang belum diletakkan, akan diletakkan ke dalam tempat tambahan tempat penyimpanan. Barang yang sudah disimpan akan diam ditempat hingga truk datang. Seluruh aktivitas

Gambar 1. Processing



perpindahan material akan menggunakan *material handling forklift*. Truk yang datang akan tiba di lokasi pos satpam dan kemudian akan menuju ke tempat *loading-unloading* yang tersedia. Satu kontainer atau truk akan diasumsikan mengangkat 1 kelompok set truk. Palet akan diangkat menggunakan

*forklift* dan setelah diangkut akan meninggalkan gudang.

Barang WIP yang keluar dari line 6 akan disimpan di tempat penyimpanan WIP dan bila dibutuhkan akan dibawa menuju rantai produksi. Barang WIP yang dikeluarkan dari lokasi produksi akan dibawa ke gudang WIP dan kemudian akan dibawa ke tempat produksi lagi apabila dibutuhkan. Seluruh perpindahan barang akan menggunakan alat bantu *forklift*. *Processing* pada model awal dapat dilihat pada Sistem gudang *packaging* adalah barang yang datang juga akan diletakkan terlebih dahulu di suatu tempat untuk dilakukan pendataan. Barang yang sudah di data akan dibawa ke tempat penyimpanan. Satu kali pengangkatan diasumsikan sebesar 20 buah. *Packing* akan dikirimkan ke tempat produksi, sesuai yang dibutuhkan. Tampilan *layout* dapat dilihat pada Gambar 1.

**Verifikasi**

Simulasi dijalankan pada saat kondisi gudang sedang sibuk, yaitu pada tanggal 24 hingga akhir bulan. Jalannya simulasi menggunakan warm up time selama 8 jam dan durasi simulasi selama 8 jam. Verifikasi akan dilakukan dengan 2 cara, pertama menggunakan waktu proses *forklift* dan cara kedua akan dilakukan dengan waktu antar kedatangan.

1. Waktu proses

Waktu proses pekerjaan *forklift* ditambah 1000 detik dan menyebabkan utilitas dari *forklift* bertambah. Utilitas pada waktu normal sebesar 80.09% dan setelah ditambahkan waktunya, utilitas bertambah menjadi 93.87%.

2. Waktu antar kedatangan

Waktu antar kedatangan normal menggunakan jadwalu() minute, sedangkan waktu antar kedatangan baru diubah menjadi jadwalu() hour. Perubahan

Gambar 2. Validasi Hasil Simulasi

Replication	Name	Units	% Utilization
Avg	forklift	8,00	80,09
St. Dev.	forklift	0,00	3,04
95% C.I. Low	forklift	8,00	79,35
95% C.I. High	forklift	8,00	80,84

waktu antar kedatangan tersebut menyebabkan utilitas dari *forklift* berkurang dari 80.09% menjadi 64.17%.

Kedua verifikasi tersebut menyatakan bahwa model telah terverifikasi. Sebelum melakukan validasi harus dilakukan replikasi data, untuk mengetahui apakah data yang dimiliki sudah cukup atau tidak. Replikasi pertama dilakukan sebanyak 66 kali.

$$N' = \left( \frac{s \times t_{\alpha/2}}{k \times X} \right)^2 \tag{4}$$

$$N' = \left( \frac{3.04 \times 1.997}{0.01 \times 80.09} \right)^2$$

$$N' = 57.46 \approx 58 \text{ kali}$$

Replikasi yang dibutuhkan adalah 58 kali. Replikasi yang sudah dilakukan adalah 66 kali. Perhitungan tersebut menandakan bahwa jumlah replikasi telah mencukupi.

**Validasi**

Validasi dilakukan dengan menggunakan data utilitas dari *forklift*. Langkah ini merupakan langkah akhir untuk menyatakan bahwa simulasi telah sesuai dengan kenyataan yang ada. Validasi akan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Hasil *sampling* menunjukkan bahwa dari 40 kali pengamatan pada tanggal 24 November dan 31 November, utilitas dari *forklift* yaitu sebesar 80% (pada Gambar 2).

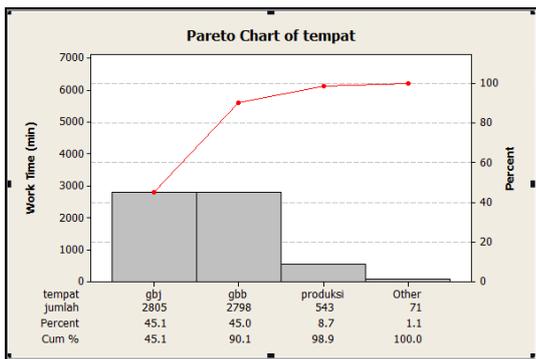
Delapan puluh persen dari hasil sampling berada di dalam jarak toleransi. Hasil tersebut menyatakan bahwa model sudah valid dan dapat dijadikan dasar untuk menerapkan usulan.

**Usulan**

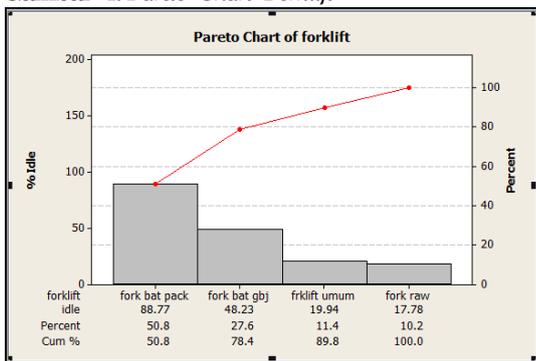
Saran yang akan diajukan bertujuan untuk mengefisienkan jumlah dan utilitas dari *forklift*. Usulan yang akan diberikan didasarkan dengan pareto chart pada Gambar 4 dan 5 mengenai jumlah waktu kerja di setiap lokasi dan *forklift* yang digunakan.

Gambar 4. menunjukkan bahwa lokasi yang dapat dikatakan sibuk dan yang perlu diefisienkan adalah gudang bahan baku dan gudang barang jadi. Gambar 5. menunjukkan bahwa *forklift* yang paling sering mengalami idle adalah *forklift* baterai pada gudang *packaging* dan *forklift* baterai pada gudang barang jadi. Pengefisienan akan berhubungan

Gambar 3. Pareto Chart Lokasi



Gambar 4. Pareto Chart Forklift



dengan gudang bahan baku, gudang barang jadi, *forklift* baterai gudang packing, dan *forklift* baterai gudang barang jadi.

Perhitungan penurunan biaya *material handling* akan dihitung untuk semua usulan. Perhitungan tersebut akan dibuat dalam biaya tahunan. Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Forklift* yang dikurangi, tidak akan dijual, melainkan disimpan sebagai *forklift* cadangan.
- Harga pembelian *forklift* disel adalah Rp. 220.000.000,00. Menggunakan bunga deposit bank BCA sebesar 5% per tahun dan menggunakan perhitungan biaya dengan cara *time value of money*.
- Biaya operasional *forklift* disel diasumsikan dalam 1 jam akan membutuhkan solar sebanyak 3 liter. Harga 1 liter solar industri Rp. 8.392,00. Toal biaya untuk operasional dalam 1 jam adalah Rp. 25.176,00
- Biaya operasional *forklift* baterai diasumsikan dalam 1 jam membutuhkan listrik sebanyak 4 KWh. Harga listrik per KWh adalah Rp. 1.034,09. Total biaya operasional dalam 1 jam adalah Rp. 4.136,40.
- Gaji UMR yang digunakan adalah sebesar Rp. 3.290.800,00 per orang.
- Hari kerja dalam 1 bulan adalah 20 hari kerja.
- Umur efektif dari *forklift* disel adalah 6 tahun

Usulan yang diberikan adalah sebagai berikut:

Usulan 1

Mengurangi 3 *forklift* baterai di gudang packing. Menugaskan 1 buah *forklift* diesel ke gudang

Tabel 2. Hasil Simulasi Usulan 1

Kondisi Sekarang			Kondisi Usulan 1		
Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)	Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)
GBJ - Baterai	1	51.77	GBJ - Baterai	1	50.99
Umum- Disel	8	80.09	Umum- Disel	7	71.83
Packing - Baterai	3	11.23	Packing - Disel	2	81.5
RAW - Disel	3	82.22	RAW - Disel	3	81.32
Total	15		Total	13	

Tabel 3. Hasil Simulasi Usulan 2

Kondisi Sekarang			Kondisi Usulan 2		
Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)	Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)
GBJ - Baterai	1	51.77	GBJ - Baterai	0	0
Umum- Disel	8	80.09	Umum- Disel	8	85.12
Packing - Baterai	3	11.23	Packing - Baterai	2	16.79
RAW - Disel	3	82.22	RAW - Disel	3	78
Total	15		Total	13	

Tabel 4. Hasil Simulasi Usulan 3

Kondisi Sekarang			Kondisi Usulan 3		
Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)	Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)
GBJ - Baterai	1	51.77	GBJ - Baterai	2	39.93
Umum- Disel	8	80.09	Umum- Disel	6	82.1
Packing - Baterai	3	11.23	Packing - Disel	2	81.8
RAW - Disel	3	82.22	RAW - Disel	3	79.8
Total	15		Total	13	

Tabel 5. Hasil Simulasi Usulan 4

Kondisi Sekarang			Kondisi Usulan 4		
Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)	Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)
GBJ - Baterai	1	51.77	GBJ - Baterai	0	0
Umum- Disel	8	80.09	Umum- Disel	7	78.28
Packing - Baterai	3	11.23	Packing - Disel	2	81.9
RAW - Disel	3	82.22	RAW - Disel	3	80.31
Total	15		Total	12	

*packing*, menambahkan 1 buah *forklift* diesel ke gudang *packing*. Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 39.905.116,45 (Tabel 2).

Usulan 2

Mengurangi 1 buah *forklift* baterai pada gudang barang jadi dan gudang *packaging* (Tabel 3). Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 75.295.581,51.

Usulan 3

Mengurangi 2 buah *forklift* baterai. Menugaskan semua *forklift* baterai ke gudang barang jadi. Menugaskan 2 *forklift* diesel ke gudang packing (Tabel 4). Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 81.632.135,97.

Usulan 4

Mengurangi 4 *forklift* baterai baik pada gudang barang jadi maupun gudang *packaging*. Menugaskan 1 buah *forklift* diesel ke gudang packing. Menambahkan 1 buah *forklift* diesel pada gudang *packing* (Tabel 5). Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 100.799.879,08.

Terdapat sebuah usulan penambahan investasi peralatan perpindahan material baru. Usulan ini berangkat dari adanya kegiatan menurunkan barang dari truk antar produksi yang dianggap kurang efisien. Ketidak efisienian dilihat dari aktivitas *forklift* yang

**Tabel 6.** Hasil Simulasi Usulan Tambahan

Kondisi Sekarang			Kondisi Usulan 1		
Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)	Jenis Forklift	Jumlah	Utilisasi (%)
GBJ - Baterai	1	51.77	GBJ - Baterai	1	55.02
Umum- Diesel	8	80.09	Umum- Diesel	6	80.12
Packing - Baterai	3	11.23	Packing - Diesel	2	81.88
RAW - Diesel	3	82.22	RAW - Diesel	3	82.55
Total	15		Total	12	

bekerja 2 kali. Pekerjaan tersebut dika renakan diantara pekerjaan *forklift* terdapat pekerjaan yang perlu untuk dilakukan oleh manusia yang menyebabkan pekerjaan *forklift* harus dihentikan untuk pekerjaan tersebut. Usulan tambahan ini mengusulkan apabila pekerjaan *forklift* akan dilakukan setelah pekerjaan manusia selesai.

MHE tersebut akan dipasang di lantai gudang barang jadi dan pada bagian lantai truk yang digunakan untuk menarik *finished good* dari lantai produksi. Sehingga untuk menurunkan barang dari truk, hanya perlu ditarik dengan *operator* bagian *barcode scanning* dan penempelan stiker konsumen. *Forklift* hanya akan bekerja satu kali saja yaitu pada saat setelah ditempel stiker dan di-*scan* hingga meletakkan di tempat penyimpanan. Usulan ini menambahkan investasi *ball transfer unit* (BTU) dan juga menugaskan 2 buah *forklift* diesel ke gudang *packing* dan mengurangi 3 buah *forklift* baterai pada gudang *packing* (Tabel 6).

Pengimplementasian *ball transfer unit* membutuhkan tambahan biaya sejumlah Rp. 67.050.091,98. Biaya tersebut diluar dari biaya sewa *forklift* dan lainnya. Secara biaya, usulan ini dapat disimpulkan lebih banyak membutuhkan biaya. Kelebihan yang dimiliki oleh usulan ini adalah tidak perlu menunggu *forklift* untuk memindahkan barang, dapat mengurangi polusi udara dan lebih praktis untuk digunakan.

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, terdapat 4 usulan yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah peralatan pemindahan material. Usulan tersebut adalah sebagai berikut:

- Mengurangi 3 *forklift* baterai di gudang *packing*. Menugaskan 1 buah *forklift* diesel ke gudang *packing*, menambahkan 1 buah *forklift* diesel ke gudang *packing*. Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 39.905.116,45.

- Mengurangi 1 buah *forklift* baterai pada gudang barang jadi dan gudang *packaging*. Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 75.295.581,51.

- Mengurangi 2 buah *forklift* baterai. Menugaskan semua *forklift* baterai ke gudang barang jadi. Menugaskan 2 *forklift* diesel ke gudang *packing*. Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 81.632.135,97.

- Mengurangi 4 *forklift* baterai baik pada gudang barang jadi maupun gudang *packaging*. Menugaskan 1 buah *forklift* diesel ke gudang *packing*. Menambahkan 1 buah *forklift* diesel pada gudang *packing*. Penghematan yang didapatkan sebesar Rp. 100.799.879,08

Hasil dari ke 4 usulan tersebut dapat mengurangi biaya *material handling* yang berbeda-beda. Usulan yang memberikan penghematan paling besar adalah menggunakan usulan ke 4 yaitu Mengurangi 4 *forklift* baterai baik pada gudang barang jadi maupun gudang *packaging*. Menugaskan 1 buah *forklift* disel ke gudang *packing*. Menambahkan 1 buah *forklift* disel pada gudang *packing*. Biaya yang dapat dihemat sebesar Rp. 100.799.879,08. Usulan tambahan adalah dengan menambahkan investasi peralatan pemindahan material *ball transfer unit*. Menugaskan 2 buah *forklift* disel ke gudang *packing* dan mengurangi 3 buah *forklift* baterai pada gudang *packing*. Membutuhkan biaya tambahan sebesar Rp. 67.050.091,98.

### Daftar Pustaka

1. Law, A., & Kelton, W. (1991). Simulation Modeling and Analysis third Edition. Mc Graw Hill.
2. Kakiay. Pengantar Sistem Simulasi. Yogyakarta: Andi
3. Sukendar, I., Sarjono, A. W., & Maknun, M. (2013). UNISSULA. Retrieved from FTI UNIS SULA: [http://fti.unissula.ac.id/download/Mo dul%20Praktikum%20TI/Smt-6%20MODUL%20PRAKTIKUM%20SIMULASI%20KOMPUTER.pdf](http://fti.unissula.ac.id/download/Mo%20dul%20Praktikum%20TI/Smt-6%20MODUL%20PRAKTIKUM%20SIMULASI%20KOMPUTER.pdf)
4. ProModel Corporation. (2016, July 1). ProModel. Retrieved from Products: <https://www.promodel.com/Products/ProModel/>
5. Rexroth Bosch Group. (2006, November). Family. Retrieved from Equinotec: <http://www.equinotec.com/web/galeria/family/pdf/141019051481902.pdf>

