

## Optimasi *Supply Chain* Product Cat PT. X dengan Menggunakan Sistem Dinamik

<sup>1)</sup>Fitri Ayu Tifani, <sup>2)</sup>Rakhmat Ceha, <sup>3)</sup>Aviasti

<sup>1,2,3)</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

e-mail : <sup>1)</sup>fitri.ayutifani@gmail.com, <sup>2)</sup>rceha@yahoo.com, <sup>3)</sup>aviasti82@gmail.com

**Abstrak.** Supply chain adalah sebuah sistem yang melibatkan proses produksi, pengiriman, penyimpanan, distribusi dan penjualan produk dalam rangka memenuhi permintaan akan produk tersebut. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dinamika model jaringan distribusi produk cat PT. X dengan berbagai skenario sebagai alternatif kebijakan dan mengusulkan kebijakan yang optimal dalam kinerja distribusi dengan mempertimbangkan banyak faktor. Untuk optimasi distribusi produk cat PT. X digunakan pendekatan sistem dinamik. Tool sistem dinamis seperti causal loop diagram dipadukan dengan stock flow diagram digunakan untuk membangun pernyataan lengkap tentang sistem kompleks proses distribusi tersebut. Data yang dikumpulkan adalah data finish good inventory, data permintaan konsumen, dan data penambahan permintaan pada tahun 2012. Pada penelitian ini telah dikembangkan beberapa skenario kebijakan : (1) kebijakan menambahkan jumlah trip maksimal melalui upaya penambahan jam kerja menjadi 12 jam/hari yang akan memaksimalkan jumlah trip, (2) kebijakan menambahkan jumlah truk sebesar 40 truk, (3) Skenario kebijakan kombinasi antara skenario 1 dan skenario 2. Dari hasil simulasi memperlihatkan bahwa, kinerja dari seluruh sistem distribusi dipelajari dan terpilih skenario menambahkan jumlah truk yang merupakan skenario terbaik dalam mengoptimalkan sistem distribusi perusahaan. Pada skenario 2 ini jumlah truk yang dapat disediakan perusahaan dapat memenuhi permintaan konsumen tanpa menambahkan jumlah trip.

**Kata kunci :** sistem dinamis, supply chain, skenario kebijakan

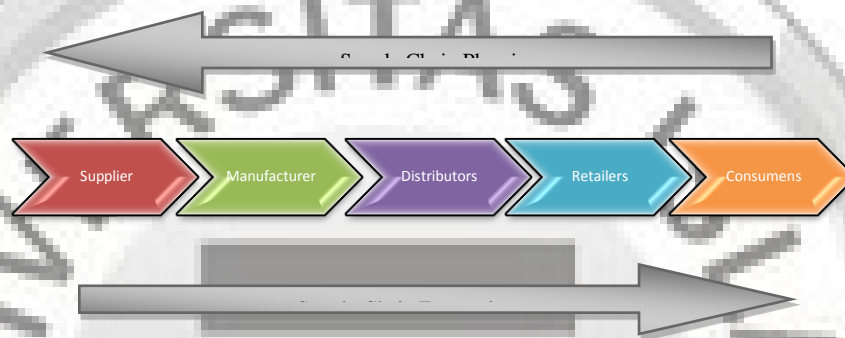
### A. Pendahuluan

PT. X bergerak pada bidang industri cat tembok. Distribusi yang optimal akan menjadi kunci dari keberhasilan perusahaan dalam menjalankan bisnisnya, karena secara langsung proses distribusi akan berdampak pada biaya *supply chain* dan *customer experince*. Bagian *upstream* (hulu) *supply chain* meliputi aktivitas dari suatu perusahaan manufaktur dengan para penyalurannya (yang mana dapat manufaktur, *assembler*, atau kedua-duanya) dan koneksi mereka kepada para penyalur mereka (para penyalur *second-trier*). Hubungan para penyalur dapat diperluas kepada beberapa strata, semua jalan dari asal material (contohnya bijih tambang, pertumbuhan tanaman). Di dalam *upstream supply chain*, aktivitas yang utama adalah pengadaan. Penelitian ini hanya membahas Supply Chain bagian *Downstream* (arah muara) pada PT. X yang meliputi semua aktivitas yang melibatkan pengiriman produk kepada pelanggan akhir. Di dalam *downstream supply chain*, perhatian diarahkan pada distribusi, pergudangan, transportasi, dan *after-sales-service*.

## B. Landasan Teori

### *Supply Chain Management*

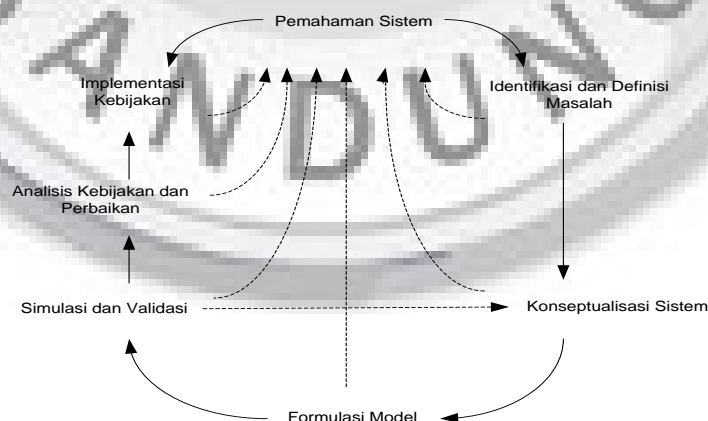
*Supply chain management* menurut Chopra dan Meindl (2004) adalah sebuah *supply chain management* yang terdiri dari pelibatan setiap mata rantai persediaan, baik itu secara langsung maupun tidak langsung untuk memenuhi permintaan pelanggan. Tujuan dari SCM adalah untuk memaksimalkan nilai keseluruhan yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan dan permintaan pelanggan. Disisi lain tujuannya adalah untuk meminimalkan biaya keseluruhan seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan, biaya bahan baku, biaya transportasi dan lain-lain (Chopra dan Meindl, 2004). Proses *supply chain management* dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses *Supply Chain*

### Sistem Dinamik

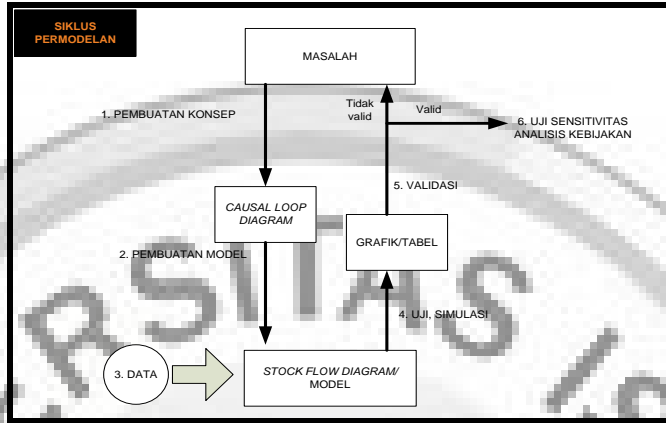
Sistem dinamik merupakan salah satu metodologi yang digunakan dalam pendekatan sistem dengan memanfaatkan bantuan komputer untuk menganalisa dan memecahkan masalah rumit dengan fokus pada analisa dan disain kebijakan (Sterman, 2000). Fokus utama dari pendekatan penyelesaian masalah dengan sistem dinamis adalah pemahaman atas sistem sehingga langkah-langkah penyelesaian masalah memberikan umpan balik pada pemahan sistem. Menurut Suhsill, 1993 terdapat tujuh tahap dalam pemecahan masalah sistem dinamis yaitu seperti terlihat dalam Gambar 2.



Gambar 2 Metodologi Sistem Dinamis  
(sumber:sushill,1993)

**Powersim**

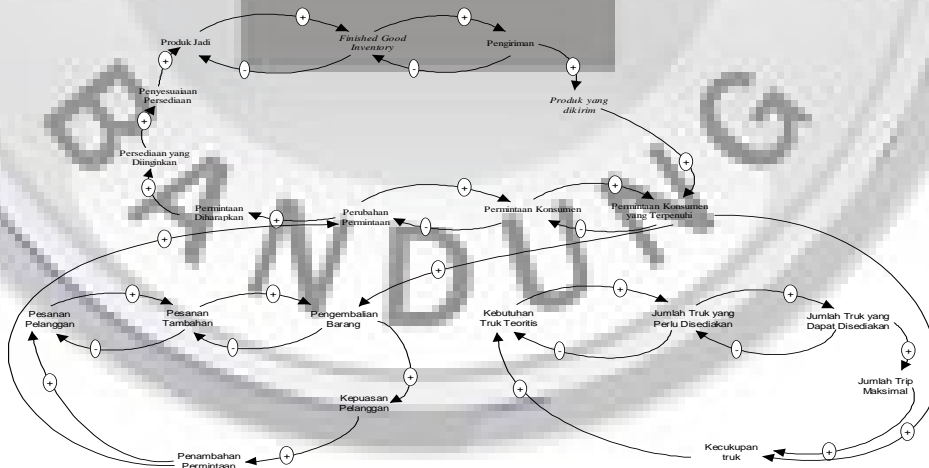
Powersim adalah salah satu *software* untuk simulasi model *system dynamics*. Jadi Powersim hanyalah merupakan alat (*tool*) untuk mempermudah simulasi model *system dynamics*. Dalam pembuatan model Powersim harus memperhatikan langkah-langkah seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Langkah-Langkah Dalam Pemodelan Powersim

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

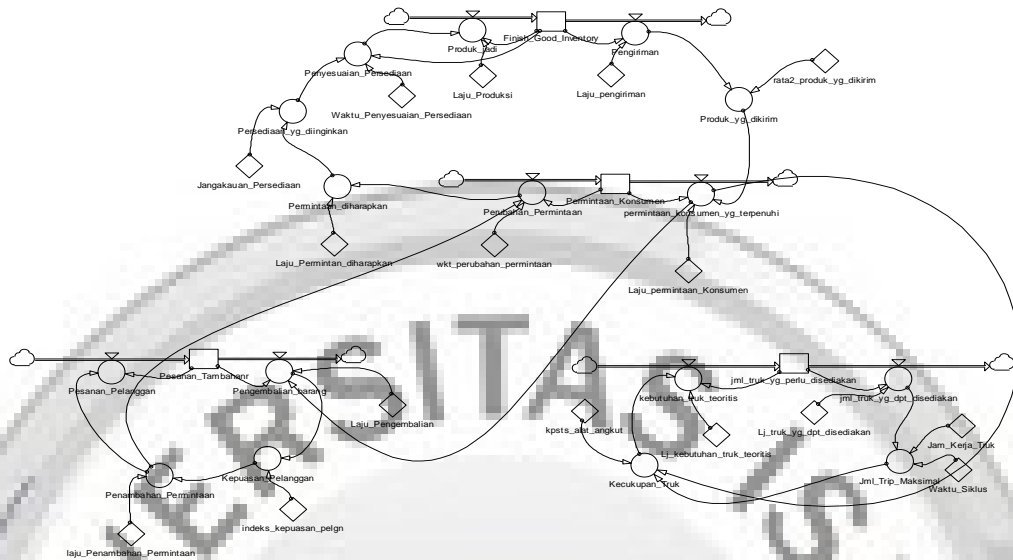
Untuk menganalisa sistem distribusi pada PT.X dibuat model simulasi sesuai dengan formulasi permasalahan guna mempermudah dan mempercepat keluaran yaitu sebagai arah kebijakan dalam pengambilan keputusan. Model yang dibuat merupakan replikasi dari sistem nyata yang terbagi menjadi tiga sub sistem (sub model) yaitu sub sistem *warehouse*, sub sistem transportasi, dan sub sistem *after sales service*. *Causal loop* keterkaitan ketiga subsistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 *Causal Loop diagram* Sistem Distribusi Pada PT. X

Setelah memahami hubungan antara variabel dalam sub sistem *after sale-service* dalam hipotesanya melalui *causal loop diagram* dan model

matematisnya, tahapan selanjutnya adalah membuat *stock and flow diagram* (SFD). *Stock and flow diagram* pada subsistem *after sale-service* ditunjukkan dalam Gambar 5

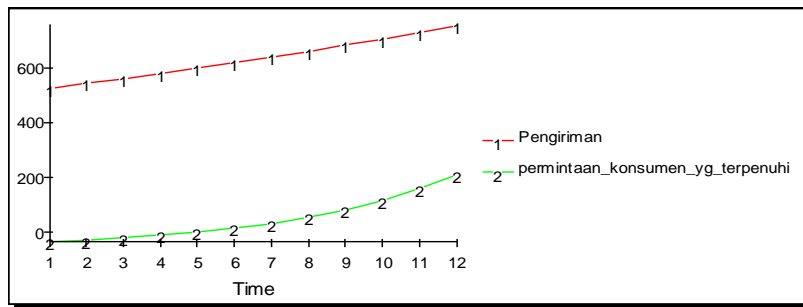


Gambar 5 *Stock Flow Diagram* Sistem Distribusi PT. X

### Hasil Kondisi Saat Ini Sub Sistem Warehouse

Pada sub sistem *warehouse* terdapat dua stok yang saling mempengaruhi, yaitu *finish good inventory* dan permintaan konsumen. Didalam keduanya terdapat beberapa variabel yang saling berkaitan antara lain, produk jadi, pengiriman, produk yang dikirim, permintaan konsumen yang terpenuhi, perubahan permintaan, permintaan diharapkan, persediaan yang diinginkan, dan penyesuaian persediaan. Disamping variabel-variabel tersebut, dibutuhkan pula konstanta sebagai input bagi model sehingga memudahkan dalam modifikasi model apabila terjadi perubahan-perubahan yang sesuai dengan kondisi nyata. Hubungan sebab akibat antar variabel pada sub sistem *warehouse* dapat digambarkan oleh diagram sebab akibat (*causal loops*). Pada sub sistem *warehouse* terdapat beberapa loop. Loop pertama bila *finished good inventory* digudang penyimpanan mencukupi maka akan berpengaruh positif pada pengiriman. Jika tingkat penyelesaian produksi cepat dan tidak ada kendala yang berarti, maka akan berpengaruh terhadap peningkatan produk jadi didalam *Finished Good Inventory*. Bila pengiriman produk sesuai jadwal dan banyak maka *finished Good Inventory* akan berkurang. Produk yang dikirim berpengaruh positif terhadap permintaan yang terpenuhi, karena jika produk yang dikirim sesuai dengan permintaan konsumen maka tidak akan terjadi perubahan permintaan yang meningkat. Hasil simulasi sub sistem *warehouse* dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel

1.



Gambar 6 Prilaku Pengiriman dan Permintaan Pada Subsistem Warehouse

Tabel 1 Prilaku Pada Subsistem Warehouse pada Tahun 2012 (ton)

Time	Finish_Good_InVENTORY	Pengiriman	Permintaan_Konsumen	permintaan_konsumen_yg_terpenuhi
1	530,30	530,24	350,30	-26,69
2	547,63	547,57	477,15	-20,99
3	565,53	565,48	632,71	-13,70
4	584,03	583,97	823,15	-4,47
5	603,14	603,08	1.055,96	7,12
6	622,89	622,83	1.340,22	21,58
7	643,30	643,25	1.686,93	39,55
8	664,41	664,35	2.109,47	61,78
9	686,23	686,17	2.624,04	89,19
10	708,80	708,74	3.250,30	122,90
11	732,15	732,09	4.012,11	164,27
12	756,31	756,25	4.938,40	214,94

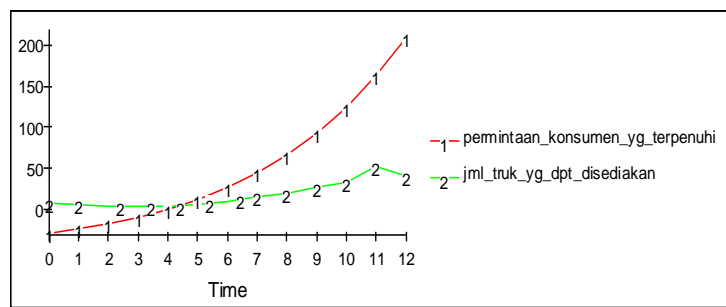
Pada Gambar 6 terlihat grafik kenaikan pengiriman seiring dengan kenaikan permintaan yang terpenuhi hal tersebut menandakan bahwa selama tahun 2012 permintaan konsumen mengalami kenaikan setiap bulannya. Tetapi pada Tabel 1 terlihat permintaan konsumen yang terpenuhi pada bulan pertama hingga bulan keempat masih mengalami kekurangan produksi sehingga tidak terpenuhinya permintaan konsumen pada bulan tersebut.

### Subsistem Transportasi

Dalam sub sistem transportasi hal yang paling penting adalah jumlah truk yang dapat disediakan untuk memenuhi permintaan konsumen dalam mengantarkan barang dari *warehouse* ke setiap toko. Hal ini terlihat pada Tabel 2 yang menjelaskan tentang berapa banyak jumlah truk yang dapat disediakan perusahaan dan jumlah trip maksimal dalam satu hari kerja. Sedangkan pada Gambar 7 memperlihatkan ketersediaan truk terhadap permintaan konsumen.

Tabel 2 Prilaku Kebutuhan Truk Pada Subsistem Transportasi (ton)

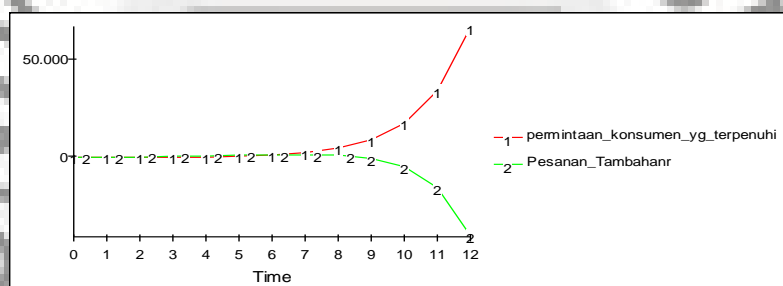
Time	jml_truk_yg_perlu_disediakan	jml_truk_yg_dpt_disediakan
0	21,00	10,50
1	15,39	7,69
2	12,39	6,19
3	11,13	5,56
4	11,54	5,77
5	14,61	7,30
6	22,82	11,41
7	33,08	16,54
8	43,65	21,83
9	58,64	29,32
10	70,72	35,36
11	110,53	55,26
12	86,66	43,33



Gambar 7 Prilaku Jumlah Truk terhadap Permintaan Pada Subsistem Transportasi

### Subsistem *After Sales Service*

Sub sistem *after sale service* sebagai ukuran terhadap pemenuhan permintaan konsumen. Terdiri atas penilaian terhadap tingkat kepuasan pelanggan dan pesanan tambahan. *After sale service* akan semakin membaik bila permintaan konsumen meningkat dan semakin berkurangnya pesanan tambahan seperti yang terlihat pada Gambar 8. Prilaku yang sama juga ditunjukkan pada Tabel 3, yaitu dimana pesanan tambahan semakin berkurang dan permintaan konsumen semakin meningkat.

Gambar 8 Prilaku Pesanan Tambahan Terhadap Permintaan Pada Subsistem *After Sale-Service*Tabel 3 Prilaku Pesanan Tambahan Pada Subsistem *After Sale-Service* (ton)

Time	permintaan_konsumen_yg_terpenuhi	Pesanan_Tambahan	Pengembalian_barang
0	-26,69	149,10	61,20
1	-6,67	240,12	116,73
2	33,73	369,46	201,60
3	113,79	547,61	330,70
4	270,98	781,39	526,19
5	578,15	1.063,42	820,79
6	1.176,83	1.347,92	1.262,38
7	2.342,11	1.497,85	1.919,98
8	4.608,49	1.173,63	2.891,06
9	9.014,65	-396,35	4.309,15
10	17.578,82	-4.882,09	6.348,37
11	34.222,63	-15.788,77	9.216,93
12	66.566,04	-40.324,41	13.120,81

### Skenario Kebijakan

#### Skenario kebijakan dengan menambahkan jumlah trip maksimal

Pada skenario ini ditambahkan jumlah jam kerja dari kondisi *existing* yaitu 12 jam/hari. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Simulasi Skenario dengan menambahkan jumlah trip maksimal

Time	Finish_Good_Inventory	Permintaan_Konsumen	Pesanan_Tambahan	jml_truk_yg_dpt_disediakan
0	530,30	350,30	149,10	10,50
1	547,42	728,07	240,12	8,28
2	565,19	1.464,31	369,46	7,77
3	583,72	2.897,45	547,61	12,61
4	603,22	5.685,32	781,39	-25,14
5	624,08	11.106,36	1.063,42	-10,87
6	647,04	21.645,03	1.347,92	-4,91
7	673,52	42.129,33	1.497,85	-2,33
8	706,26	81.941,03	1.173,63	-1,13
9	750,56	159.310,44	-396,35	-0,558
10	816,71	309.661,16	-4.882,09	-0,277
11	924,67	601.824,45	-15.788,77	-0,138
12	1.113,23	1.169.543,79	-40.324,41	-0,0689

Pada skenario ini dapat dilihat perubahan yang terjadi selama kurun waktu 12 bulan apabila diasumsikan beberapa komponen tidak mengalami perubahan. Pada skenario ini akan ditambahkan jumlah jam kerja dari kondisi *existing* yaitu 12 jam/hari. Berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa jumlah truk yang dapat disediakan setiap bulan mengalami pengurangan hal ini masih belum cukup untuk memenuhi permintaan konsumen yang semakin meningkat setiap bulannya. Pengurangan jumlah truk dapat terlihat sejak bulan ke-3 sampai pada bulan 12. Hal ini menunjukkan ketidaksiapan perusahaan dalam mengoptimalkan sistem distribusi perusahaan.

#### Skenario kebijakan dengan menambahkan jumlah truk

Pada kondisi *existing* jumlah truk adalah 21 unit, pada simulasi model ini jumlah truk ditambahkan menjadi 40 unit. Hasil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Simulasi Skenario Dengan Menambahkan Jumlah Truk

Time	Finish_Good_Inventory	Permintaan_Konsumen	Pesanan_Tambahan	jml_truk_yg_dpt_disediakan
0	530,30	350,30	149,10	20,00
1	547,42	728,07	240,12	12,99
2	565,19	1.464,31	369,46	10,03
3	583,72	2.897,45	547,61	29,27
4	603,22	5.685,32	781,39	147,33
5	624,08	11.106,36	1.063,42	81,06
6	647,04	21.645,03	1.347,92	35,42
7	673,52	42.129,33	1.497,85	17,16
8	706,26	81.941,03	1.173,63	8,46
9	750,56	159.310,44	-396,35	4,20
10	816,71	309.661,16	-4.882,09	2,09
11	924,67	601.824,45	-15.788,77	1,04
12	1.113,23	1.169.543,79	-40.324,41	0,522

Pada Tabel 5 terlihat bahwa jumlah truk yang dapat disediakan tidak mengalami kekurangan dalam mengangkut barang ke konsumen dan hanya dalam satu kali trip atau perjalanan

#### Skenario kebijakan kombinasi antara skenario 1 dan skenario 2

Skenario kebijakan ini merupakan kombinasi skenario 1 dan skenario 2 dengan tanpa menambahkan kapasitas alat angkut.

Tabel 6 Hasil Simulasi Skenario Dengan Menambahkan Jumlah Truk

Time	ish_Good_Invent	Permintaan_Konsumer	Pesanan_Tambahanr	jml_truk_yg_dpt_disediakan
0	530,30	350,30	149,10	20,00
1	547,42	728,07	240,12	12,99
2	565,19	1.464,31	369,46	10,02
3	583,72	2.897,45	547,61	28,93
4	603,22	5.685,32	781,39	216,50
5	624,08	11.106,36	1.063,42	114,07
6	647,04	21.645,03	1.347,92	42,01
7	673,52	42.129,33	1.497,85	20,34
8	706,26	81.941,03	1.173,63	10,03
9	750,56	159.310,44	-396,35	4,98
10	816,71	309.661,16	-4.882,09	2,48
11	924,67	601.824,45	-15.788,77	1,24
12	1.113,23	1.169.543,79	-40.324,41	0,618

Dari hasil simulasi berbagai skenario yang telah dilakukan maka skenario ke 2 yang terpilih karena memberikan nilai kinerja bagi perusahaan yang terbaik pada tingkat pemenuhan permintaan pelanggan. Skenario 2 merupakan upaya perbaikan sistem distribusi melalui penambahan jumlah truk. Jika perusahaan tidak mengalami kekurangan truk, maka sistem distribusi perusahaan menjadi optimal.

#### D. Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian optimasi *supply chain* produk cat pada PT. X adalah sebagai berikut ; (1) Model sistem dinamis yang dikembangkan telah dapat mendeskripsikan kondisi pengoptimalan sistem distribusi pada PT. X dengan berbagai skenario kebijakan dan melaluinya dapat dipelajari pengaruh faktor internal dan eksternal terhadap kinerja sistem sehingga kebijakan strategis yang efektif dapat ditetapkan. Distribusi yang optimal akan menjadi kunci dari keberhasilan perusahaan dalam menjalankan bisnisnya, karena secara langsung proses distribusi akan berdampak pada biaya *supply chain* dan *customer experince*, (2) Beberapa skenario kebijakan untuk mengoptimalkan sistem distribusi PT. X antara lain : kebijakan menambahkan jumlah trip maksimal melalui upaya penambahan jam kerja menjadi 12 jam/hari yang akan memaksimalkan jumlah trip, kebijakan menambahkan jumlah truk sebesar 40 truk, kebijakan kombinasi antara skenario 1 dan skenario 2. Secara umum kebijakan yang paling optimal dalam menggapai permasalahan sistem distribusi pada PT. X adalah melalui upaya penambahan jumlah truk sebesar 40 truk.

#### Daftar Pustaka

- Avianto, Teten W. 2006. Tutorial Powersim. Laboratorium Pembangunan dan Lingkungan
- Chopra, Sunil dan Meindl, Peter. 2004. Supply Chain Management : Strategy, Planning, and Operation. New Jersey: Upper Saddle River
- Forrester, Jay W. 1997. Industrial Dynamic. Ninth Edition. MIT Press. Cambridge.
- Sterman, J. D. 2000. Business Dynamics: System Thinking and Modeling For A Complex World. Irwin McGrawHill
- Sushill. 1993. A Practical Approach for Managerial Problems. System Dynamic. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Tasrif M. 2004. Analisis Kebijaksanaan Menggunakan Model System Dynamics. Magister Studi Pembangunan Institut Teknologi Bandung. Bandung