

Pengembangan Sistem Dinamik dalam Pengelolaan Manajemen Distribusi Logistik Terhadap Perkembangan Teknologi Informasi pada PT Sunan Inti Perkasa

Titus Kristanto¹, Eka Cahya Muliawati², Rachman Arief³, Syaiful Hidayat⁴

^{1,3} Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

² Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

⁴ Jurusan Teknik Informatika, Universitas Dr. Soetomo Surabaya

¹ tintus.chris@gmail.com (*)

^{2,3,4} { echa.ekacahya, ramanarif, syaifulits }@gmail.com

Abstract— The development of the industrial world is increasing rapidly, becoming a benchmark to compete with each other in the logistics distribution industry. In improving competitiveness, companies require adequate fleet of transportation to meet logistics needs. The method used in this research is system dynamic. Due to the dynamic system is expected to increase delivery revenue, based on the mileage and travel time of delivery. The result of the research is the company can improve the delivery to the customer in a timely manner.

Keywords— delivery distance, delivery time, system dinamic

Abstrak— Perkembangan dunia industri semakin pesat, menjadi tolak ukur untuk saling bersaing pada industri distribusi logistik. Dalam meningkatkan daya saing, perusahaan membutuhkan armada angkutan yang memadai untuk memenuhi kebutuhan logistik. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah sistem dinamik. Dikarenakan sistem dinamik diharapkan dapat meningkatkan pendapatan pengiriman, berdasarkan dari jarak tempuh dan waktu tempuh pengiriman. Hasil dari penelitian adalah perusahaan dapat meningkatkan pengiriman kepada pelanggan dengan tepat waktu.

Kata kunci— jarak tempuh pengiriman, sistem dinamik, waktu tempuh pengiriman

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri pengiriman logistik saat ini berkembang pesat, sehingga membuat pelaku bisnis pengiriman logistik dituntut untuk mempertahankan dan meningkatkan nilai kompetitif. Dalam menghadapi permasalahan tersebut, diperlukan sarana transportasi yang cukup untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien. Dengan adanya sarana transportasi yang cukup, diharapkan perusahaan dapat memberikan kontribusi dalam manajemen distribusi logistik.

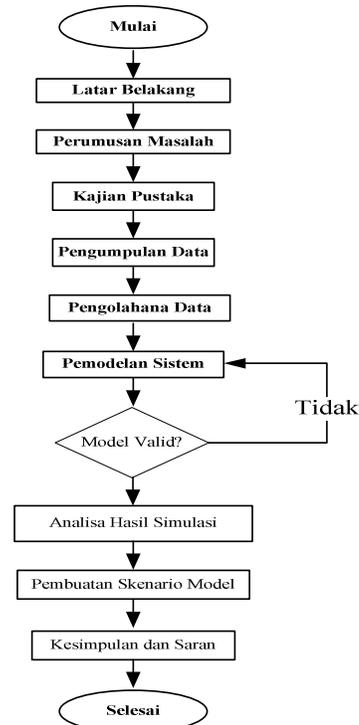
PT Sunan Inti Perkasa adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengiriman logistik baik dalam *containerized* maupun *bulk* ke seluruh Indonesia. PT Sunan mempunyai armada angkutan dalam melayani pengiriman ke pelanggan. Seringkali PT Sunan menyewa armada angkutan dari perusahaan lain agar bisa memenuhi kebutuhan pengiriman ke pelanggan.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, penelitian menggunakan pendekatan sistem dinamik. Kegunaan sistem dinamik adalah untuk mengetahui dan memahami perilaku sistem yang kompleks serta berkaitan dengan umpan balik yang mempengaruhi perilaku seluruh sistem yang terlibat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang digunakan, dapat dilihat pada Gambar 1. Pada tahap kajian pustaka, berupa pencarian referensi melalui teks, jurnal, prosiding, seminar atau referensi lain yang berhubungan dengan penelitian. Selain pencarian referensi,

juga melakukan wawancara atau *interview* terhadap karyawan dan pemilik perusahaan.



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian

Pada tahap pemodelan sistem yaitu membangun model simulasi berdasarkan beberapa variabel. Antara lain variabel jarak tempuh pengiriman, waktu tempuh pengiriman, armada angkutan, dan biaya pengiriman dengan menggunakan model Sistem Dinamik. Pemodelan sistem dimulai dengan membuat diagram *causal loop*.

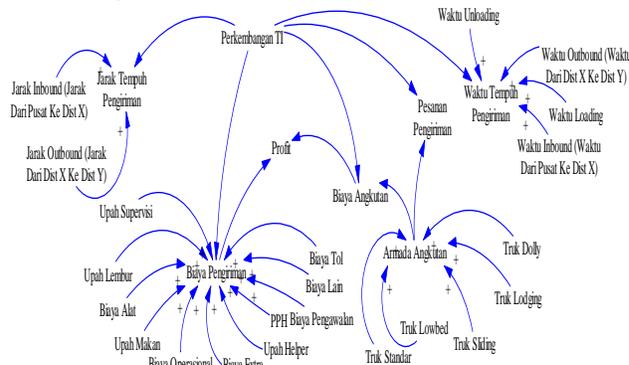
Pada variabel jarak tempuh, didapatkan dari jarak inbound (jarak dari perusahaan ke distribusi X) dan jarak outbound (jarak dari distribusi X ke distribusi Y).

Pada variabel waktu tempuh, didapatkan dari waktu inbound (waktu dari perusahaan ke distribusi X), waktu loading (estimasi waktu 120 menit), waktu outbound (waktu dari distribusi X ke distribusi Y), dan waktu unloading (estimasi waktu 60 menit).

Pada biaya pengiriman Pada biaya pengiriman didapatkan dari Biaya Operasional, Biaya Alat, Upah Makan, Upah Helper, Biaya Pengawasan, Upah Lembur, Upah Supervisi, Biaya Extra, Biaya Lain, Biaya Tol dan PPH.

Pada armada angkutan yang digunakan ada 5 jenis yaitu Truk Standar, Truk Sliding, Truk Dolly, Truk Lodging, dan Truk Lowbed.

Setelah menentukan macam-macam variabel yang sudah ditentukan, membuat pemodelan sistem berupa *causal loop diagram* dengan menggunakan software Vensim (Ventana Simulation).



Gambar 2. Causal Loop Diagram

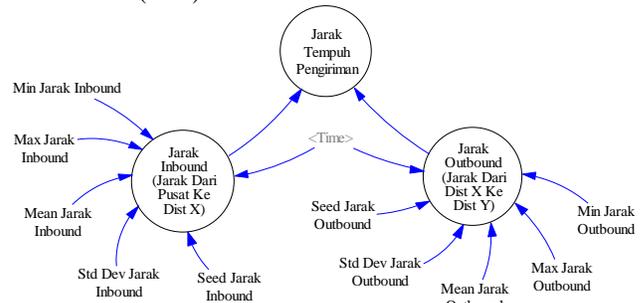
Setelah model dibuat dengan *causal loop diagram*, model dianalisis, dan membuat *base model diagram* dengan menggunakan *stock and flow diagram*. Model divalidasi berupa persamaan pengujian nilai rata-rata hasil simulasi dengan data asli, serta pengujian perbandingan variasi amplitudo dengan standar deviasi nilai hasil simulasi dengan data asli. Dari hasil pengujian model simulasi, dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan hasil yang sudah diujikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Base Model

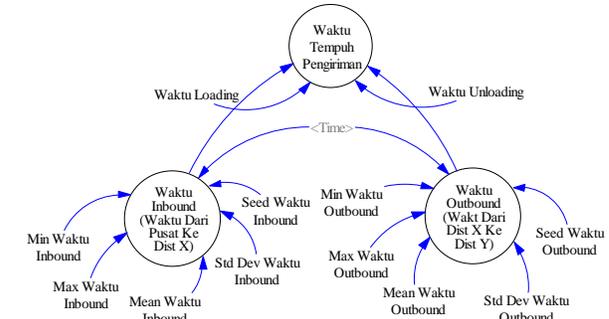
Pembuatan *stock and flow diagram* dibuat menggunakan software Vensim. Model dibuat dengan kurun waktu 12 bulan. Adapun model utama yaitu jarak tempuh, waktu tempuh, dan pesanan pengiriman.

Sub model jarak tempuh berupa jarak tempuh pengiriman yang ditempuh oleh armada angkutan selama proses pengiriman. Sub model jarak tempuh didapatkan dari akumulasi jarak inbound dan jarak outbound, didapatkan dari random (acak).



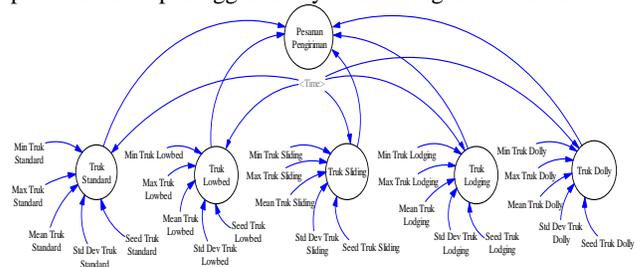
Gambar 3. Sub model jarak tempuh

Lama waktu pengiriman dipengaruhi oleh proses waktu pengiriman dari perusahaan ke pelanggan. Proses waktu pengiriman didapatkan dari waktu saat logistik loading (pengisian barang) dari gudang ke armada angkutan, waktu pembongkaran muatan barang (unloading) dari armada angkutan ke pelanggan. Estimasi waktu loading adalah 60 menit dan estimasi waktu 30 menit.



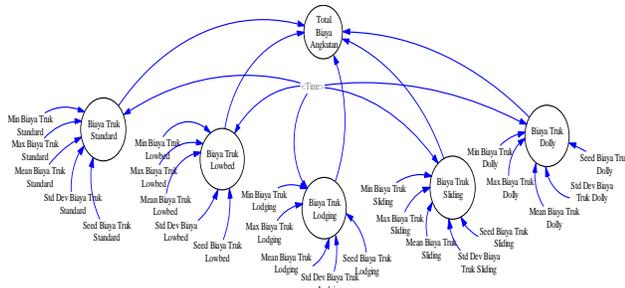
Gambar 4. Sub model waktu tempuh

Sub model pesanan pengiriman berupa penentuan banyaknya pesanan pengiriman armada angkutan dari perusahaan ke pelanggan. Dinyatakan dengan satuan unit.



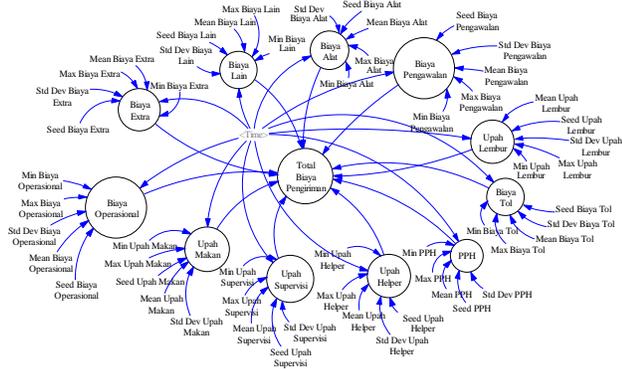
Gambar 5. Sub model pesanan pengiriman

Sub model biaya angkutan merupakan harga total dari setiap jenis armada angkutan. Dinyatakan dengan satuan Rupiah (Rp).



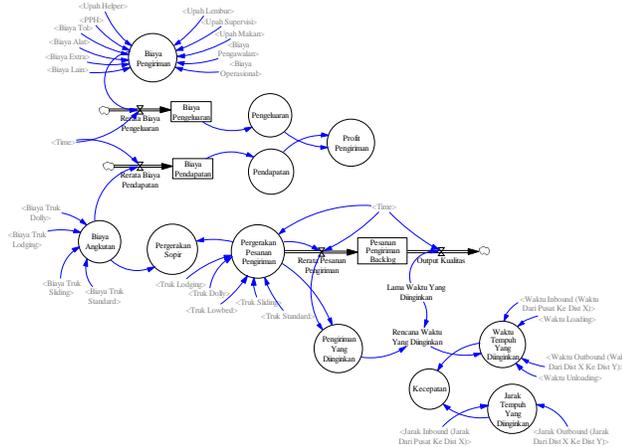
Gambar 6. Sub model biaya angkutan

Sub model biaya pengiriman merupakan jumlah biaya yang harus dikeluarkan perusahaan selama proses pengiriman ke pelanggan. Dinyatakan dengan satuan Rupiah (Rp).



Gambar 7. Sub model biaya pengiriman

Base model didapatkan dari hasil biaya pengeluaran dan biaya pendapatan.



Gambar 8. Base model secara keseluruhan

B. Validasi Model

Validasi model dibuat berdasarkan pengembangan dari persamaan matematika menjadi sebuah model untuk mempresentasikan permasalahan yang sebenarnya. Sebelum proses validasi, model disimulasikan untuk mendapatkan

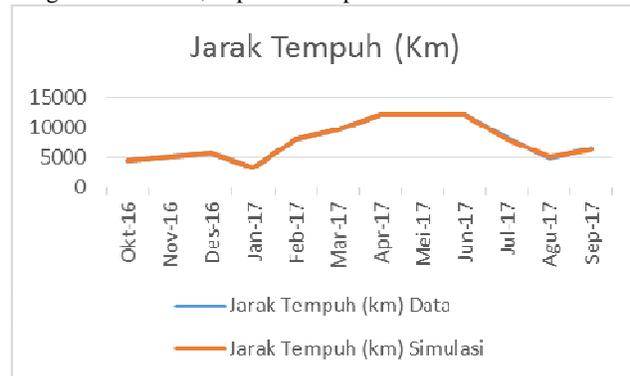
hasil keluaran. Simulasi dilakukan berdasarkan perilaku sistem minimal satu tahun berjalan. Pada penelitian dibuat dalam kurun waktu 1 tahun (12 bulan).

Validasi model dilakukan pada variabel Jarak Tempuh Pengiriman, Waktu Tempuh Pengiriman, Pesanan Pengiriman, dan Biaya Pengiriman. Nilai rata-rata dari variabel dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. NILAI RERATA HASIL SIMULASI DAN NILAI RERATA DATA

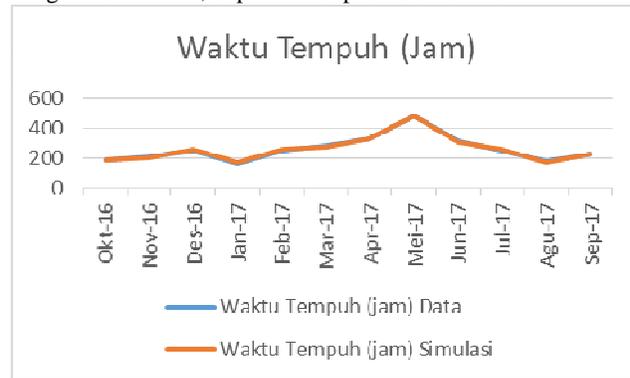
	Rata-rata Hasil Simulasi	Rata-rata Data	Satuan
Jarak Tempuh	7687,521	7679,125	Km
Waktu Tempuh	261,5634	261,1729167	Jam
Pesanan Pengiriman	139,8119	139,4167	Unit
Biaya Pengiriman	859558584	865448042,8	Rp

Perbandingan nilai Jarak Tempuh Pengiriman simulasi dengan data histori, dapat dilihat pada Gambar 9.



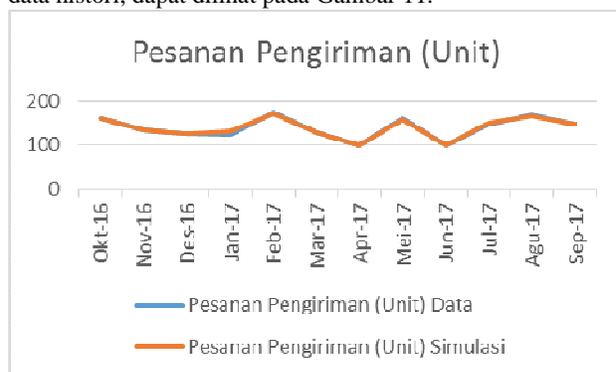
Gambar 9. Perbandingan jarak tempuh simulasi dengan data

Perbandingan nilai Waktu Tempuh Pengiriman simulasi dengan data histori, dapat dilihat pada Gambar 10.



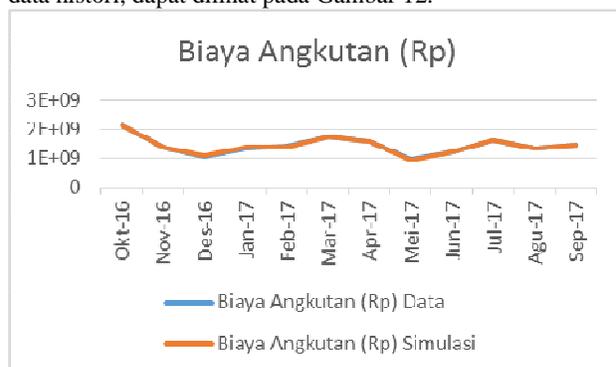
Gambar 10. Perbandingan waktu tempuh simulasi dengan data

Perbandingan nilai Pesanan Pengiriman simulasi dengan data histori, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbandingan pesanan pengiriman simulasi dengan data

Perbandingan nilai Biaya Pengiriman simulasi dengan data histori, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Perbandingan biaya pengiriman simulasi dengan data

Validasi model berupa uji perbandingan rata-rata hasil simulasi Jarak Tempuh Pengiriman dengan data histori, sebagai berikut :

$$E_1 \text{ Jarak Tempuh Pengiriman} = \frac{|7687,521 - 7679,125|}{7679,125} = 0,001093$$

Rata-rata jarak tempuh pengiriman hasil dari simulasi adalah 7687,521, sedangkan rata-rata dari data adalah 7679,125. Jika dibandingkan kedua nilai, maka hasilnya adalah 0,001093 atau 0,10933%, kurang dari 5%.

Validasi model berupa uji perbandingan rata-rata hasil simulasi Waktu Tempuh Pengiriman dengan data histori, sebagai berikut :

$$E_1 \text{ Waktu Tempuh Pengiriman} = \frac{|261,5634 - 261,1729167|}{261,1729167} = 0,001495207$$

Rata-rata waktu tempuh pengiriman hasil dari simulasi adalah 261,5634, sedangkan rata-rata dari data adalah 261,1729167. Jika dibandingkan kedua nilai, maka hasilnya adalah 0,001495207 atau 0,149521%, kurang dari 5%.

Validasi model berupa uji perbandingan rata-rata hasil simulasi Pesanan Pengiriman dengan data histori, sebagai berikut :

$$E_1 \text{ Pesanan Pengiriman} = \frac{|139,8119 - 139,4167|}{139,4167} = 0,002835$$

Rata-rata pesanan pengiriman hasil dari simulasi adalah 139,8119, sedangkan rata-rata dari data adalah 139,4167. Jika dibandingkan kedua nilai, maka hasilnya adalah 0,002835 atau 0,28347%, kurang dari 5%.

Validasi model berupa uji perbandingan rata-rata hasil simulasi Biaya Pengiriman dengan data histori, sebagai berikut :

$$E_1 \text{ Biaya Pengiriman} = \frac{|859558584 - 865448042,8|}{865448042,8} = 0,006805098$$

Rata-rata biaya pengiriman hasil dari simulasi adalah 859558584, sedangkan rata-rata dari data adalah 865448042,8. Jika dibandingkan kedua nilai, maka hasilnya adalah 0,006805098 atau 0,6805098%, kurang dari 5%.

Berdasarkan hasil validasi model uji perbandingan rata-rata, semua tingkat kesalahan adalah lebih kecil dari 5%. Berarti model hasil simulasi adalah valid.

Standar deviasi untuk variabel Jarak Tempuh Pengiriman, Waktu Tempuh Pengiriman, Pesanan Pengiriman, dan Biaya Pengiriman, serta nilai standar deviasi dari data, dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II
STANDAR DEVIASI HASIL SIMULASI DAN NILAI DATA

	Standar Deviasi Hasil Simulasi	Standar Deviasi Hasil Data	Satuan
Jarak Tempuh	3204,318	3202,243	Km
Waktu Tempuh	86,93624	87,50942364	Jam
Pesanan Pengiriman	23,87761	24,62245	Unit
Biaya Pengiriman	167018623,4	170960347,7	Rp

Validasi model dengan melakukan uji perbandingan variasi amplitudo antara standar deviasi nilai hasil simulasi Jarak Tempuh Pengiriman dengan data histori adalah sebagai berikut:

$$E_2 \text{ Jarak Tempuh Pengiriman} = \frac{|3204,318 - 3202,243|}{3202,243} = 0,000648$$

Nilai standar deviasi jarak tempuh dari hasil simulasi adalah 3204,318, sedangkan standar deviasi dari data adalah 3202,243. Jika dibandingkan kedua nilai tersebut maka hasilnya 0,000648 atau 0,064798% kurang dari 30%.

Validasi model dengan melakukan uji perbandingan variasi amplitudo antara standar deviasi nilai hasil simulasi Waktu Tempuh Pengiriman dengan data histori adalah sebagai berikut:

$$E_2 \text{ Waktu Tempuh Pengiriman} = \frac{|86,93624 - 87,50942364|}{87,50942364} = 0,006550613$$

Nilai standar deviasi waktu tempuh dari hasil simulasi adalah 86,93624, sedangkan standar deviasi dari data adalah 87,50942364. Jika dibandingkan kedua nilai tersebut maka hasilnya 0,00648 atau 0,006550013%, kurang dari 30%.

Validasi model dengan melakukan uji perbandingan Pesanan Pengiriman dengan data histori adalah sebagai berikut:

$$E_2 \text{ Pesanan Pengiriman} = \frac{|23,87761 - 24,62245|}{24,62245} = 0,03025$$

Nilai standar deviasi pesanan pengiriman dari hasil simulasi adalah 23,87761, sedangkan standar deviasi dari data adalah 24,62245. Jika dibandingkan kedua nilai tersebut maka hasilnya 0,03025 atau 3,02504%, kurang dari 30%.

Validasi model dengan melakukan uji perbandingan variasi amplitudo antara standar deviasi nilai hasil simulasi Biaya Pengiriman dengan data histori adalah sebagai berikut:

$$E_2 \text{ Biaya Pengiriman} = \frac{|167018623 - 170960347,7|}{170960347,7} = 0,023056366$$

Nilai standar deviasi pesanan pengiriman dari hasil simulasi adalah 167018623, sedangkan standar deviasi dari data adalah 170960347,7. Jika dibandingkan kedua nilai tersebut maka hasilnya 0,023056366 atau 2,305636597%, kurang dari 30%.

Berdasarkan hasil nilai standar deviasi, semua tingkat kesalahan adalah lebih kecil dari 30%. Berarti model hasil simulasi adalah valid.

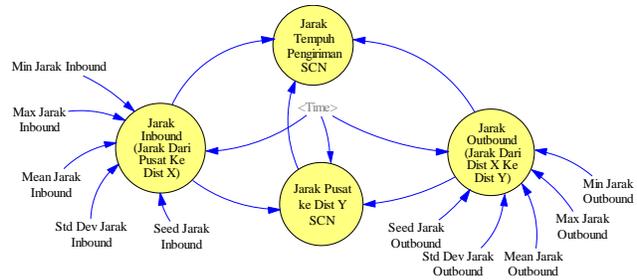
C. Pengembangan Skenario Model

Pengembangan skenario dibuat berdasarkan model sebelumnya yang sudah valid, dengan menambahkan beberapa parameter *feedback loop* baru dan mengubah struktur *feedback loop*. Jangka waktu skenario dibuat menjadi 24 titik (24 bulan) untuk mengetahui perilaku sistem berdasarkan lama waktu.

Terdapat tiga skenario model yang dapat dikembangkan yaitu (1) Skenario meminimalkan jarak tempuh, (2) Skenario meminimalkan waktu tempuh. Dari kedua skenario pengembangan model, diintegrasikan dengan model dasar lalu disimulasikan, hasil skenario dibandingkan dengan skenario model dasar sebelum skenario terintegrasi.

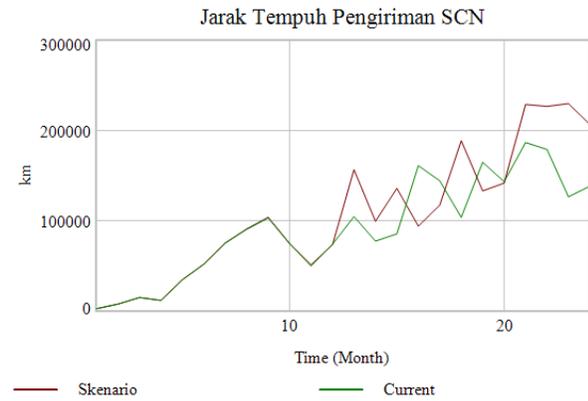
Skenario 1: Meminimalkan Jarak Tempuh

Pemilihan rute pengiriman yang dilakukan, berdasarkan sepengetahuan sopir dalam melakukan pengiriman. Untuk meminimalkan jarak tempuh menggunakan *saving matrix* yaitu metode untuk menimumkan jarak, waktu tempuh, serta biaya dengan mempertimbangkan kendala yang dihadapi. Pada gambar 13 merupakan skenario model jarak tempuh.



Gambar 13. Skenario model jarak tempuh

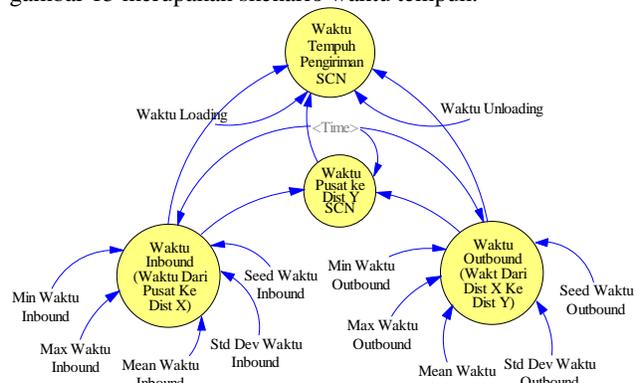
Setelah ditambahkan satu variabel yaitu Jarak Pusat ke Dist Y, maka hasil yang didapat untuk meminimalkan Jarak Tempuh, dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik perbandingan pada skenario jarak tempuh

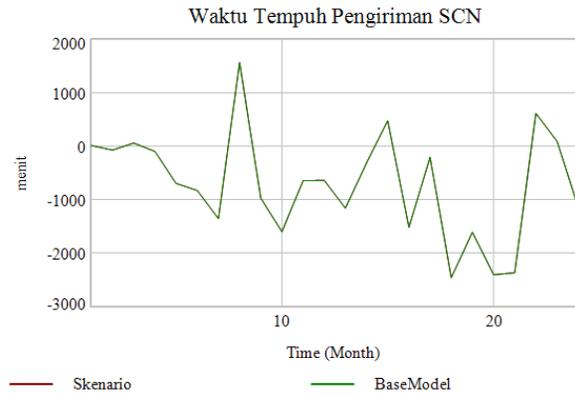
Skenario 2: Meminimalkan Waktu Tempuh

Pengurangan jarak tempuh dapat mempengaruhi waktu tempuh. Untuk meminimalkan waktu tempuh menggunakan *saving matrix* dengan melihat kendala yang dihadapi. Pada gambar 15 merupakan skenario waktu tempuh.



Gambar 15. Skenario model waktu tempuh

Setelah ditambahkan satu variabel yaitu Waktu Pusat ke Dist Y, maka hasil yang didapat untuk meminimalkan Waktu Tempuh, dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Grafik perbandingan pada skenario waktu tempuh

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengembangan model simulasi, dapat diambil kesimpulan yaitu :

- Untuk meningkatkan kinerja distribusi logistik, perusahaan dapat mengirimkan pesanan pengiriman menggunakan truk pribadi perusahaan dan menyewa truk dari luar perusahaan.
- Perusahaan menggunakan teknologi informasi mempunyai dampak terhadap pelayanan pelanggan, proses pengiriman distribusi logistik, dan manajemen transportasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal

Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemristekdikti) yang telah mempercayai dan membiayai kegiatan hibah penelitian, skema Penelitian Dosen Pemula (PDP). Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) yang telah mendukung kegiatan Hibah PDP dengan baik dan lancar.

REFERENSI

- Jay W Forrester, "The Beginning of System Dynamics", Cambridge: Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology, 1989.
- Er ma Suryani, "Pemodelan dan Simulasi", Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- Titus Kristanto, Erma Suryani, "Analisis Penentuan Estimasi Biaya, Penjadwalan, dan Pengelolaan Distribusi Serta Dampak Penggunaan Teknologi Informasi Terhadap Kinerja Logistik (Studi Kasus: PT Sunan Inti Perkasa)", Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII, 2015.
- Titus Kristanto, Eka Cahya Muliawati, Rachman Arief, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi dan Teknologi Informasi Pada PT Sunan Inti Perkasa", Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan (SNTEKPAN) V, 2017.
- Syaiful Hidayat, Erma Suryani, Rully Agus Hendrawan, "Sistem Dinamik Spasial Untuk Meningkatkan Efektifitas Dan Efisiensi Logistik Pada Rantai Pasok Pangan", Jurnal INTEGER Vol. 1, No. 2, 2016
- Rachman Arief, Erma Suryani, "Sistem Dinamik Ujian Nasional Berbasis Komputer Untuk Meminimalkan Resiko Kecurangan Serta Meningkatkan Efektifitas dan Efisiensi Anggaran", Jurnal INTEGER Vol. 1, No. 2, 2016