

ANALISIS *SIMULATED ANNEALING* (SA) DAN RANCANG BANGUN SISTEM PENJADWALAN AKTIVITAS DISTRIBUSI DENGAN MENGGUNAKAN *DISTRIBUTION REQUIREMENT PLANNING* (DRP)

Shofia Hardi^{1*}, Indung Sudarso^{2**}

^{1,2}Jurusan Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Jl. Arief Rachman Hakim No. 100 Surabaya.

*Email: hardishofia@gmail.com

Abstrak

Di Era Globalisasi sekarang ini PT. CCBI (Coca Cola Botling Indonesia) adalah perusahaan yang memproduksi beberapa varian minuman untuk konsumen pasar lokal. Produk-produk minuman di distribusikan kepada dua kelompok konsumen yaitu konsumen minuman reguler dan non reguler. Perbedaan kedua kelompok konsumen tersebut adalah pada pola pemesanannya. Kelompok konsumen reguler adalah kelompok dimana PT. CCBI memasok produk-produk minumannya secara reguler tanpa harus menunggu order. Kelompok ini kebanyakan terdiri dari outlet-outlet yang tersebar di berbagai lokasi. Kelompok konsumen non reguler adalah kelompok konsumen dimana PT. CCBI baru akan memasok jika ada order. Kelompok ini terdiri dari berbagai perusahaan kecil, ataupun perorangan. Penelitian ini akan menentukan penjadwalan distribusi berbagai varian produk minuman PT. CCBI kepada berbagai konsumennya dengan menggunakan metode *Distribution Requirement Planning* sehingga dapat memaksimalkan pemenuhan permintaan konsumen dengan waktu yang relatif cepat. Di dalam pendekatan *DRP*, permintaan produk juga akan di ramalkan berdasarkan jenis dan kelompok konsumennya. Hasil analisis *Distribution Requirement Planning* juga akan digunakan untuk sistem inventori akhir produk minuman PT. CCBI. Tingkat persediaan minuman yang aman (*safety stock*) juga akan ditentukan, jumlah order yang optimal juga akan ditentukan. Aplikasi sistem penjadwalan dengan *DRP* akan memiliki jadwal distribusi yang berbasis pada tingkat permintaan riil konsumen. Sehingga semua permintaan konsumennya akan dapat dipenuhi secara lebih optimal. Analisis terhadap sistem persediaan produk akhir minuman juga akan memastikan semua permintaan akan dapat dipenuhi. Hasil dari penelitian ini adalah adanya model simulasi penentuan poros (*annealing simulation*) dengan rute terpendek dengan kombinasi jumlah barang dengan prinsip *vehicle router* dengan memperhatikan pemilihan armada yang digunakan.

Kata kunci : *annealing, distribution, inventori, safety*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia teknologi sekarang ini maju dengan sangat pesat. Di era globalisasi sekarang persaingan bisnis yang sangat ketat dipasar minuman memerlukan suatu perencanaan produksi dan distribusi yang baik. Perencanaan produksi yang baik dapat menjamin ketersediaan bahan baku dan kelancaran proses produksi sehingga target produksi dapat tercapai. Penjadwalan produksi yang baik diperlukan untuk menjamin pengiriman produk yang tepat waktu dan tepat jumlah kepada konsumen. Pengiriman produk yang tepat waktu dan tepat jumlah memberikan kepuasan dan meningkatkan kepercayaan konsumen, dengan itu diharapkan konsumen yang ada akan dapat dipertahankan dan menarik konsumen yang baru. Selain itu perencanaan yang baik juga meminimalkan persediaan yang tidak perlu sehingga biaya persediaan dapat diminimalkan.

Sejalan dengan meningkatnya permintaan konsumen akan produk minuman ringan bersoda, maka terbuka peluang bagi para pengusaha khususnya industri minuman ringan bersoda untuk menyediakan kebutuhan tersebut. Hal ini dapat terlihat dari banyaknya jenis dan merek minuman ringan bersoda yang ditawarkan pada saat ini. Dengan banyaknya perusahaan minuman ringan bersoda dan merek-merek minuman ringan bersoda yang bermunculan sekarang ini, mengakibatkan konsumen semakin teliti dan kritis dalam memilih minuman ringan bersoda yang sesuai dengan kebutuhannya. Hal tersebut menjadi catatan dan masalah yang harus diperhatikan oleh setiap perusahaan dan akan menimbulkan persaingan yang semakin ketat antara perusahaan-perusahaan minuman ringan bersoda.

Dari gambaran diatas terlihat bahwa saluran distribusi produk minuman di perusahaan ini cukup kompleks, oleh karena itu diperlukan perencanaan distribusi yang baik. Salah satu metode perencanaan distribusi yang baik yang bisa digunakan untuk kasus PT. Coca Cola Bottling Indonesia ini adalah metode DRP (*Distribution Requirement Planning*) dan SA (*Simulated Annealing*).

DRP (*Distribution Requirement Planning*) adalah suatu metode untuk mengatur Penjadwalan distribusi produk melalui berbagai saluran distribusinya. Metode ini bertujuan untuk merencanakan berapa jumlah produk dan kapan pengiriman akan dilakukan untuk tiap-tiap saluran distribusi. Selain itu, kebutuhan yang diperlukan dalam sekali pengiriman juga dipertimbangkan sehingga tidak melampaui kemampuan kapasitas yang ada diperusahaan. Perencanaan berdasarkan kebutuhan di masa yang akan datang dan mampu mempertahankan stock aman total yang lebih rendah dalam sistem distribusi secara keseluruhan. Dengan adanya perencanaan produksi dan Penjadwalan distribusi menurut metode DRP, PT. Coca Cola Bottling Indonesia dapat memenuhi permintaan pelanggan secara optimal dengan tepat waktu dan tepat jumlah.

Sistem distribusi PT. CCBI Cabang Surabaya diantaranya adalah sering terjadinya kelebihan atau kekurangan terhadap permintaan produk dan keterlambatan pengiriman produk atas suatu pesanan. Oleh sebab itu, perlu dibuat suatu sistem yang dapat menangani permasalahan yang ada dalam hal pendistribusian produk. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan *Distribution Requirement Planning* (DRP). *Distribution Requirement Planning* (DRP) digunakan untuk perencanaan distribusi dan mengantisipasi kebutuhan mendatang dengan perencanaan di setiap level dari jaringan distribusi. *Distribution Requirement Planning* (DRP) lebih dari sekadar sistem perencanaan dan pengendalian pengisian kembali *inventory*, tetapi ditambah dengan perencanaan dan pengendalian dari sumber-sumber yang terkait dalam sistem distribusi.

Permasalahan routing menyangkut bagaimana mengatur urutan pelanggan yang akan didatangi dengan berawal pada retail. Jika waktu kedatangan dan kepergian juga ditentukan, permasalahan ini menjadi permasalahan penjadwalan. Jadi, permasalahan penjadwalan di sini menyangkut pula aspek waktu kunjungan yang selanjutnya aspek ini menjadi struktur tambahan pada rute alat angkut.

VRP (Vechile Routing Problems) adalah sebuah *hard' combinatorial optimization problem*. Permasalahan ini erat kaitannya dengan permasalahan *Travelling Salesman Problem (TSP)*. *Vechile Routing Problems* menjadi *Travelling Salesman Problem (TSP)* pada saat hanya terdapat satu angkut yang kapasitasnya tak hingga. Berkaitan dengan hal ini, algoritma-algoritma heuristic menjadi alternative yang banyak dikembangkan.

Banyak hal yang mempengaruhi dalam pendistribusian produk dari gudang kepada konsumennya antara lain kepadatan lalu lintas. Di Kota Surabaya kepadatan lalu lintas sangat tinggi sekali, jalur yang satu arah dan kesemerautan dalam berlalu lintas yang menjadi masalah dalam hal distribusi produk. *Acessbility* took dan masalah pendistribusian ke outlet-outlet berkaitan dengan pelayanan yang diberikan oleh perusahaan juga merupakan masalah distribusi.

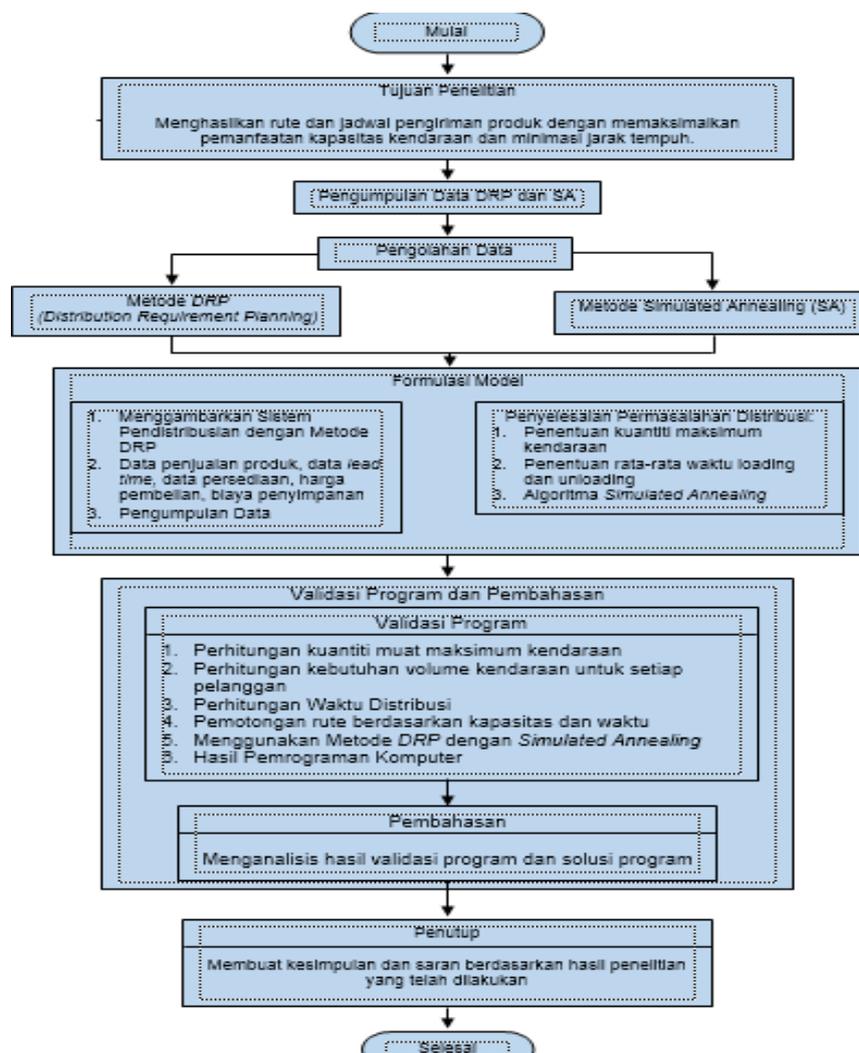
Pendistribusian di PT. Coca Cola Bottling Indonesia Surabaya dilakukan dengan cara memenuhi permintaan pada setiap lokasi *Outlet* tanpa mempertimbangkan jarak tempuh untuk mencapai lokasi tersebut serta pertimbangan kapasitas alat angkut yang digunakan. Sehingga waktu distribusi dapat melebihi waktu yang tersedia dan terdapat *Outlet* yang tidak terlayani atau keterlambatan pengiriman produk. PT. Coca cola Bottling Indonesia Surabaya belum memiliki penyusunan rute yang optimal dan tetap, sehingga dapat berubah sewaktu-waktu yang berdampak pada ketidaktepatan waktu dalam pendistribusian produk.

Salah satu penyebab terjadinya keterlambatan pengiriman produk pada PT. Coca cola Bottling Indonesia adalah adanya kesalahan dalam melakukan pengaturan rute dalam pengiriman. Jika tidak ditentukan rute perjalanan yang akan dijalani terlebih dahulu, maka target yang telah ditentukan tidak terlaksana secara optimal. Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan rute distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas alat angkut yang tersedia untuk *outlet-outlet* di Kota Surabaya. Penyusunan rute yang baik dapat mempersingkat jarak tempuh dan waktu pengiriman produk dan akhirnya berdampak pada penghematan biaya distribusi bagi perusahaan. Rute pendistribusian harus dapat mencapai tingkat utilisasi penggunaan alat angkut yang efisien serta mampu melakukan pemenuhan terhadap permintaan secara efektif.

Pengalokasian kendaraan untuk pelanggan pada area yang sama sehingga sering terjadi kapasitas kendaraan berlebih karena tidak adanya standar dalam melakukan pengelompokkan. Padahal seharusnya kapasitas yang berlebih ini dapat dimanfaatkan untuk mensuplai daerah yang tidak hanya berada pada satu area saja. Selain itu, pengelompokkan area ini tidak menghasilkan solusi rute. Rute yang akan ditempuh hanya ditentukan oleh sopir secara trial dan error. Namun banyaknya jumlah titik distribusi yang tersebar menyulitkan sopir dalam menentukan urutan rute yang akan ditempuh. Salah satu akibatnya adalah jarak yang ditempuh menjadi lebih panjang. Jika hal ini terus berlanjut maka biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mendistribusikan barang menjadi besar.

2. METODOLOGI

Metode penelitian merupakan suatu metode atau cara yang menjelaskan tentang tahapan-tahapan atau langkah-langkah penulis dalam melakukan penelitian. Nilai dari perencanaan penelitian yang berupa penentuan masalah-masalah penelitian dan penentuan teori-teori yang digunakan sebagai penunjang penelitian tersebut, yang dilanjutkan dengan pelaksanaan penelitian yang berupa pengumpulan data sebagai dasar dalam melakukan analisis sehingga didapatkan suatu kesimpulan dari solusi atau pemecahan rumusan masalah yang telah dikemukakan. Tahap-tahap penelitian ditetapkan terlebih dahulu agar penelitian yang dilakukan terarah dan memberikan arah yang jelas mengenai langkah-langkah apa saja yang dilakukan dalam memecahkan masalah tersebut:



Gambar 1. Flowchart DRP & SA Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil



Gambar 2. Data Permintaan Produk Minuman

Tabel 1. Demand Bulanan Januari – Desember 2016

Periode	Permintaan	Hasil Ramalan (Rp)
Januari	78850	Rp 8.330.400.000
Februari	64800	Rp 8.164.800.000
Maret	56985	Rp 8.452.800.000
April	45500	Rp 8.312.400.000
Mei	24600	Rp 8.764.200.000
Juni	52760	Rp 7.824.600.000
Juli	12730	Rp 8.100.000.000
Agustus	36050	Rp 9.151.200.000
September	24300	Rp 5.691.600.000
Oktober	57400	Rp 7.984.800.000
November	45865	Rp 8.942.400.000
Desember	60080	Rp 9.898.200.000
Jumlah	559920	Rp 99.617.400.000

Dari hasil peramalan untuk tahun 2016, maka dilakukan perhitungan. Berikut perhitungannya di Kota Surabaya.

Penghitungan dari Distributor ke Retail Surabaya yaitu:

Menentukan Simple Averagei (SA)

$$\text{Simple Average} = \frac{At + At-1 + \dots + At-(N-1)}{N}$$

Keterangan:

SA = Simple Average

A = Permintaan Aktual pada periode-t

N = Jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan

3.2 Pembahasan

SA (kebutuhan kotor)

$$\frac{78850 + 64800 + 56985 + 45500 + 24600 + 52760 + 12730 + 36050 + 24300 + 57400 + 45865 + 60080}{12}$$

$$= \frac{559920}{12}$$

$$= 46660 \text{ Unit} \approx$$

Menentukan Standar Deviasi (S)

$$STDEV = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d - \bar{d})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{(78850 - 46660)^2 + (64800 - 46660)^2 + (56985 - 46660)^2 + (45500 - 46660)^2 + (24600 - 46660)^2 + (52760 - 46660)^2 + (12730 - 46660)^2 + (36050 - 46660)^2 + (24300 - 46660)^2 + (57400 - 46660)^2 + (45865 - 46660)^2 + (60080 - 46660)^2}{12}}$$

$$= \sqrt{\frac{1036196100 + 329059600 + 106605625 + 1345600 + 486643600 + 37210000 + 1151244900 + 112572100 + 499969600 + 115347600 + 632025 + 180096400}{12}}$$

$$= \sqrt{\frac{4056923150}{12}}$$

$$= 18386,8684$$

$$= 18387 \text{ Unit} \approx$$

Menentukan Safety Stock (SS)

Lead time dari Distributor ke Retail 1 = 1 day

$$SS (\text{Safety Stock}) = Z \times s \times \sqrt{L}$$

Keterangan:

SS = Safety Stock

Z = Tingkat Service Level 95% = 1,64

s = Standar Deviasi

L = Lead Time (waktu proses)

$$s (\text{Standar Deviasi}) = 18387 \text{ Unit} \approx$$

$$\begin{aligned} SS (\text{Safety Stock}) &= Z \times s \times \sqrt{L} \\ &= 1,64 \times 18387 \times \sqrt{1} \\ &= 30154,68 \end{aligned}$$

$$SS (\text{Safety Stock}) = 30154 \text{ Unit} \approx$$

Tabel 1. Distribution Requirement Planning

WAREHOUSE	PERIODE (Minggu Ke-)			
	1	2	3	4
SS = 30154				
Kebutuhan kotor		46660		
Persediaan ditangan				
10000	10000			
Kebutuhan bersih		6506		
Jadwal penerimaan		36660		
Pelepasan rencana pemesanan	36660			

Time Horizon (Lama Waktu)	: 4 minggu
Lead time (Waktu proses)	: 1 minggu
Balance on hand at start (Persediaan ditangan)	: 10000 Unit

Jadi Persediaan yang akan di distribusikan pada periode selanjutnya adalah 36660 Unit

KETERANGAN :

Kebutuhan Kotor	: Penjumlahan dari permintaan tiap bulan dalam setahun
Persediaan Ditangan	: Jumlah persediaan di inventori gudang
Kebutuhan Bersih	: Kebutuhan kotor – Safety Stock – Persediaan di tangan
Jadwal Penerimaan	: Kebutuhan Bersih + Safety Stock
Pelepasan rencana pemesanan	: Jumlah barang yang siap diantar

Secara umum, aplikasi algoritma SA (*Simulated Annealing*) terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Menentukan solusi awal

Solusi awal diperoleh dengan menggunakan metode nearest neighbour. Lokasi awal sebagai lokasi dimulainya perjalanan adalah gudang, kemudian dicari daerah yang terdekat dengan gudang, setelah ditentukan daerah yang terdekat dengan gudang, kemudian ditentukan daerah-daerah lain yang terdekat. Hasil dari metode ini adalah berupa rute panjang dengan kriteria jarak terpendek. Rute ini selanjutnya dipotong dan dibentuk rute-rute kecil yang sesuai dengan kapasitas angkut kendaraan dan waktu distribusi kendaraan.

Formulasi matematis untuk pemotongan rute dengan mempertimbangkan persentase kebutuhan volume kendaraan adalah [Gen dan Cheng, 1997, hlm 345]:

$$\max \sum_{i=1}^P D_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

D = Permintaan pelanggan

P = Jumlah Pelanggan

Sedangkan formulasi matematis untuk pemotongan rute dengan mempertimbangkan waktu distribusi kendaraan adalah:

$$\min \sum (L + X / V + U) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\min \sum (\text{waktu loading} + \text{waktu tempuh} + \text{waktu unloading}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{waktutempuh} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan kendaraan}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

Kemudian lakukan uji fisibilitas yang berhubungan dengan waktu distribusi, persentase kebutuhan volume kendaraan, dan jumlah kendaraan yang digunakan terhadap rute yang dipotong.

2. Menentukan solusi tetangga

Tahap selanjutnya adalah mencari solusi tetangga dari solusi yang terbaik yang dihasilkan pada tahap sebelumnya. Pada metode yang digunakan dalam tahap ini adalah metode 2-opt. Solusi tetangga pada tahap ini juga akan diuji, apakah rute yang dihasilkan sesuai dengan jarak dan kapasitas. Selanjutnya pada tahap ini juga akan terdapat beberapa solusi, oleh karena itu harus dipilih salah satunya untuk menjadi solusi terbaik. Solusi terbaik pada tahap ini selanjutnya akan dibandingkan dengan solusi yang dihasilkan pada tahap satu.

3. Pengecekan solusi secara keseluruhan

Solusi tahap kedua masih perlu dilakukan pengecekan. Pengecekan pertama adalah apakah solusi pada kedua tahap ini lebih baik dari solusi pada tahap pertama. Jika tidak lebih baik maka pencarian tahap kedua masih terus dilanjutkan. Jika solusi pada kedua tahap ini lebih baik dilakukan pengecekan tahap akhir untuk semua solusi yang dihasilkan yaitu melihat apakah suhu yang diturunkan sudah mencapai batas pencarian solusi (T akhir). Jika pencarian solusi belum mencapai T akhir maka pencarian solusi masih terus dilanjutkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1). Perencanaan penjadwalan aktivitas pendistribusian produk minuman coca cola dapat terkoordinasi dengan baik apabila menggunakan *DRP (Distribution Requirement Planning)* dengan *SA (Simulated Annealing)* dengan frekuensi kirim sebanyak 25 kali, total *inventory* sebesar 30154 unit untuk setiap kota selama 12 bulan, dengan jumlah *safety stock* masing-masing kota sebesar 30154 unit.
- 2). Perencanaan dan penjadwalan dengan menggunakan *DRP (Distribution Requirement Planning)* dengan *SA (Simulated Annealing)* sebesar Rp 617.400.000/dua belas bulan, sedangkan metode yang diterapkan perusahaan sebesar 619.184.084/dua belas bulan. Jika perusahaan menjalankan pemesanan dengan metode, maka penghematan bias dilakukan.
- 3). Penelitian ini menggunakan metode *DRP (Distribution Requirement Planning)* dan *SA (Simulated Annealing)* untuk menganalisa perencanaan produksi dan penjadwalan distribusi menurut metode *DRP (Distribution Requirement Planning)* dan *SA (Simulated Annealing)* dapat memenuhi permintaan pelanggan secara optimal dengan tepat waktu dan tepat jumlah;
- 4). Perencanaan untuk mendistribusikan minuman dalam kemasan menggunakan *DRP (Distribution Requirement Planning)* dengan *forecast* dan; *safety stock* yang ditentukan bisa diterapkan di Perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Putu. 2011. *Perencanaan Penjadwalan Distribusi Produk Dengan Metode Distribution Requirement Planning (DRP) Di PT Kharisma Esa Ardi Surabaya*. Surabaya.
- Arief, M. Rudiyanto. 2011. *Pemrograman WebDinamis menggunakan PHP dan MySQL*. Andi. Yogyakarta.
- AS Shiddiq, Hafid., et. all. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri VOL. 3 NO. 1; **Implementasi Algoritma Simulated Annealing Pada Penjadwalan Produksi Untuk Meminimasi Makespan**, 2013.
- Busetti, F., Simulated Annealing Overview. [http:// www. geocities. com/francorbusetti /saweb. pdf](http://www.geocities.com/francorbusetti/saweb.pdf). accessed July 2007
- Erdiwansyah., et. all. Jurnal Onlone Teknik Elektro e-ISSN: 2252-7036; **Hibridisasi Simulated Annealing dengan Algorithm Evolutionary dalam Penyelesaian Travelling Salesman problem (TSP)**, 2016.
- Gaspersz, Vincent. **Distribution Resource Planning**; McGraw Hill 2004.
- Gen, M., and Cheng, R., Genetic Algorithm and Engineering Design, John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1997.
- Handoko, T Hani, **Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi**, Yogyakarta; Graha Ilmu, 1984.
- Heragu, S., Facilities Design. PWS Publishing Company, Boston, 1997.
- Jhn Ho, Chrwan, **DRP A Generalised Sytem For Delivery Scheduling in a Multisourcing Logistic Sytem**; McGraw Hill, 2015.
- Jogiyanto, HM, (1999), *Sistem Teknologi Informasi*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Kotler, Philip. 2007. *Manajemen Pemasaran Jilid 2*. Penerbit Jakarta : Indeks
- Kristanto, (2008), *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasi*, Gava Media, Yogyakarta
- Larusic, J., A Heuristic for Solving the Bottleneck Traveling Salesman.
- Nasution, Arman, Hakim dan Prasetyawan, Yudha, **Perencanaan & Pengendalian Produksi: Edisi pertama**, Yogyakarta; Graha Ilmu, 2014.
- Problem,<http://www.cs.unb.ca/undergrad/html/documents/JhonLaRusicThesis.pdf>., accessed July 2007.
- Pujawan, I nyoman. **Supply Chain management**, Jakarta; Ghalia Indonesia, 2008.
- Wirdianto, Eri., et.all. **Jurnal Optimasi Sistem Industri Edisi 13**; Penerapan Algoritma Simulated Annealing pada Penjadwalan Distribusi Produk, 2013