

Optimasi Biaya Pada Model Vendor Managed Inventory (VMI): Single-Vendor Multi-Retailer Menggunakan Algoritma Genetika

Digdoyo Oktapriandi¹, Chairul Saleh²

Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia¹

Digdoyo.oktapriandi@gmail.com

Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia¹

Abstrak

Dalam era globalisasi ini semakin banyak kerja sama yang tejalin antara perusahaan vendor, manufaktur, distributor, retailer dan konsumen. Aktivitas ini disebut dengan supply chain management (SCM). Dalam perkembangan hubungan antar vendor yang diwakili distributor ke retailer supaya terjadi win-win solution dalam hal keuntungan maka pihak vendor mengatur tingkat inventornya yang kemudian disebut dengan vendor managed inventory (VMI). Inventori adalah faktor penting yang harus diberi perhatian karena dalam aplikasinya dapat menimbulkan masalah yang rumit. Dengan VMI ketidakseimbangan keuntungan yang diperoleh baik itu vendor maupun retailer dapat diatasi dengan baik. Namun demikian banyak peneliti masih menyampaikan bahwa model VMI dinilai belum optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan model yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya. Model VMI yang dikaji adalah single-vendor multi-retailer supply chains. Alat optimasi yang digunakan adalah Algoritma Genetika (AG). Adapun hasil yang dicapai adalah dapat menurunkan total biaya yang terdapat didalam inventori vendor maupun retailer. Optimasi AG dapat memberikan peningkatan performansi sebesar 13,64 %.

Kata Kunci : Supply chain Management, Inventori, Vendor Managed Inventory dan Algoritma Genetika.

1. Pendahuluan

Dalam dunia bisnis, produk yang dihasilkan diharapkan memiliki harga pokok produksi yang minimal, hal ini disebabkan perusahaan harus memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya supaya dapat hidup berkelanjutan. Harga pokok produksi dapat diminimalkan maka perusahaan dapat menurunkan harga jualnya dengan keuntungan yang sama, akibatnya akan dapat menguasai pasar. Perhitungan harga produk yang dihasilkan oleh perusahaan terkait dengan biaya distribusi yang harus dilakukan melalui rantai pasok dari hulu ke hilir (retailer ke konsumen), yang biasanya dilakukan oleh distributor. Isu yang berkembang terkait dengan hal tersebut adalah biaya-biaya pasokan dari manufaktur ke distributor dan retailer sehingga sampai kepada konsumen.

Disamping itu isu yang cukup menarik terkait hubungan antara perusahaan distributor dengan retailer. Perusahaan yang mendistribusikan produk akan menentukan berapa produksi optimal yang harus disediakan. Sebaliknya berapa yang harus dipesan oleh retailer supaya memiliki keuntungan yang maksimal terkait dengan inventori. Berbagai penelitian yang pernah dilakukan terkait dengan isu ini adalah Seyed Esfahani et al., (2011) yang menyatakan bahwa pihak manufaktur harus

membayai promosi iklan yang dilakukan retailer. Model ini kemudian disebut dengan vertical cooperative (co-op). Pada penelitian lain, VMI digunakan untuk memilih retailer terbaik dalam sebuah perjanjian antara vendor selaku manufaktur dengan beberapa retailer (Yugang Yu et al, 2013). Rusdiansyah dan Tsao (2005) memformulasikan model heuristic untuk delivery consolidation dan inventory replenishment menggunakan model Vendor Managed Inventory Routing (VMIR). Sedangkan De Toni dan Zamolo (2005) membangun model replenishment tradisional yaitu Efficient Consumer Response (ECR). Kajian selanjutnya maka diperlukan suatu model solusi yang menguntungkan antara kedua belah pihak antara vendor dan retailer melalui sebuah perjanjian (Darwish dan Odah, 2010). Penelitian ini membangun model single-vendor multi-retailer supply Chain. Kajian ini telah menambahkan beberapa variabel keputusan sebagai tolak ukur biaya optimal yang perlu dikeluarkan dalam penentuan biaya inventori. Namun dalam kenyataan model VMI ini dinilai masih memberikan biaya inventori yang cukup tinggi baik pada inventori vendor maupun retailer. Sehingga perlu upaya lanjutan untuk melakukan optimasi terhadap biaya inventori yang memberikan pengaruh terhadap total biaya produksi.

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat pengembangan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Darwish dan Odah pada tahun 2010. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimasi total biaya inventori yang terdapat pada model VMI single vendor multi retailer menggunakan metode algoritma genetika. Dimana selanjutnya dilakukan analisis terhadap dampak dari fariabel keputusan (Fitness) yang terbentuk.

2. Metode

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan data histori yang bersifat hipotetik yang dikumpulkan dan telah divalidasi menggunakan numerical analytic oleh peneliti sebelumnya yaitu pada penelitian Darwish dan Odah (2010). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sistem inventori suatu perusahaan yang bersifat single vendor multi retailer yang diperoleh melalui literatur yang berkaitan dengan penelitian. Adapun data yang membangun model tersebut sebagai berikut:

- U_j Batas atas inventory level pada retailer j ,
- D_j Nilai demand untuk retailer j ,
- A_j Biaya pesan untuk retailer j ,
- H_j Biaya penyimpanan untuk retailer j ,
- π_j Biaya penalti over stock untuk retailer j ,

2.2 Metode Analisis Data

Vendor Managed Inventory (VMI)

Vendor-Managed Inventory (VMI) adalah suatu strategi kolaborasi yang terjalin diantara pihak-pihak yang terkait dalam supply chain, dimana manufaktur atau distributor sebagai supplier mempunyai wewenang/otonomi untuk memutuskan order quantity yang harus dikirimkan ke retailer dimana dalam hal ini sebagai buyer. Keputusan pengiriman ini didasarkan atas informasi data penjualan dan stock level yang ada di buyer dengan mengikuti waktu replenishment yang telah ditetapkan. Integrasi antar supplier dan buyer terjadi karena adanya information sharing dan business process reengineering. Dalam hal ini buyer mempunyai tanggung jawab untuk menjamin adanya aliran informasi berlanjut (continuous flow) yang memungkinkan supplier dapat merumuskan order quantity yang real dan akurat. Buyer dapat berbagi informasi tentang penjualan dan inventori saat ini dengan supplier menggunakan teknologi informasi seperti Electronic Data Interchange (EDI) atau Internet-based XML.

Karakteristik utama dari strategi VMI adalah waktu replenishment singkat, frekuensi dan pengiriman tepat pada waktunya sehingga hal ini akan menyebabkan optimasi pada rencana produksi dan transportasinya (De Toni, 2005).

Peneliti terdahulu mengembangkan model VMI supply chain untuk meminimalkan sistem total rata-rata biaya per satuan waktu TC. Biaya yang mempengaruhi pada model VMI supply chain yaitu biaya pemesanan, penyimpanan dan penalti pada vendor kepada retailer. Adapun Notasi yang digunakan pada model tersebut adalah :

- m Jumlah retailer,
- D_j Nilai permintaan produk dari retailer j ke vendor,
- D Jumlah seluruh permintaan dari seluruh retailer j ke vendor ($D = \sum_{j=1}^m D_j$),
- U_j Batas atas inventori level pada retailer j ,
- A_v Biaya pemesanan vendor,
- A_j Biaya pesan untuk retailer j ,
- H_v Biaya penyimpanan vendor,
- H_j Biaya penyimpanan untuk retailer j ,
- π_j Biaya penalti over stock untuk retailer j ,
- Q Kuantitas pemesanan vendor,
- q_j Kuantitas pengiriman ke retailer j ,
- q Jumlah total pengiriman item dari vendor ke semua retailer ($q = \sum_{j=1}^m q_j$),
- T Waktu siklus vendor,
- T_j Waktu siklus untuk retailer j ,
- T_R Waktu siklus umum untuk retailer,
- n Jumlah barang dikirim yang diterima oleh sebuah retailer,
- $[n]$ Bilangan bulat terbesar yang kurang dari n ,
- $[n]$ Bilangan bulat terkecil yang lebih dari n ,
- S Himpunan dari semua retailer yang batas atasnya terlampaui,
- r Jumlah elemen dalam himpunan S , $r = 0, 1, \dots, m$,
- Φ Himpunan kosong ($r = 0$),
- Ω Himpunan dari semua retailer ($r = m$),
- TC_v Total biaya yang dikeluarkan oleh vendor,
- TC_j Total biaya yang dikeluarkan oleh retailer j ,
- TC_R Total biaya yang dikeluarkan oleh semua retailer ($TC_R = \sum_{j=1}^m TC_j$),
- TC Total biaya yang dikeluarkan oleh sistem.

Adapun model matematisnya yaitu biaya persediaan per siklus yang dikeluarkan oleh vendor diperoleh menggunakan persamaan 2.1.

$$h_v \left(\frac{(n-1)q^2}{D} + \frac{(n-2)q^2}{D} + \dots + \frac{q^2}{D} \right) =$$

$$h_v \frac{n(n-1)q_1^2 D}{2D_1^2} \quad \text{persamaan 2.1}$$

Selain itu, vendor menimbulkan biaya over-stock penalti ketika mencapai batas atas dari inventori retailer j . Sehingga dari permasalahan tersebut diperoleh rumusan pada persamaan 2.2.

$$\pi_j n \frac{(q_j - U_j)^2}{2D_j} \quad \text{if } q_j > U_j. \quad \text{Persamaan 2.2}$$

Dari kedua persamaan tersebut, maka vendor harus membayar total biaya penalti dalam persamaan 2.3.

$$\text{Total Overstock Penalty} = \frac{n}{2} \sum_{j \in S} \frac{\pi_j}{D_j} \left(\frac{D_j}{D_1} q_1 - U_j \right)^2, \text{ Persamaan 2.3}$$

Kemudian total biaya yang dikeluarkan vendor per siklus menggunakan persamaan 2.4.

$$TC_V(q_1, n, S) = A_V + n \sum_{j=1}^m A_j + h_V \frac{n(n-1)q_1^2 D}{2D_1^2} + \frac{n}{2} \sum_{j \in S} \frac{\pi_j}{D_j} \left(\frac{D_j}{D_1} q_1 - U_j \right)^2. \text{ Persamaan 2.4}$$

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa himpunan S merupakan kumpulan retailer yang melewati batas atas (U_j) dari inventori. Disisi lain, retailer j menimbulkan biaya holding ($h_j q_j / 2$). Oleh karena itu, total biaya yang dikeluarkan oleh semua retailer per satuan waktu ditunjukkan pada persamaan 2.5.

$$TC_R = \frac{q_1}{2D_1} \sum_{j=1}^m h_j D_j. \text{ Persamaan 2.5}$$

Dengan demikian, sistem total biaya rata-rata per satuan waktu (TC) adalah penjumlahan antara biaya total vendor (TCV) dan total retailer (TCR). Oleh karena itu, TC dapat ditentukan pada persamaan 2.6.

$$TC = A_V + n \sum_{j=1}^m A_j + h_V \frac{n(n-1)q_1^2 D}{2D_1^2} + \frac{n}{2} \sum_{j \in S} \frac{\pi_j}{D_j} \left(\frac{D_j}{D_1} q_1 - U_j \right)^2 + \frac{q_1}{2D_1} \sum_{j=1}^m h_j D_j. \\ \text{s. t., } q_1 \geq U_i, j \in S, \text{ Persamaan 2.6}$$

Dalam Penelitian ini, Model VMI single vendor multi retailer akan dilakukan optimasi dengan teknik algoritma genetika. Adapun variabel keputusan dalam model ini adalah q_1 , n , dan S . Total biaya (TC) pada model yang telah di bahas sebelumnya akan dijadikan sebagai fungsi fitness pada algoritma genetika.

Algoritma Genetika (AG)

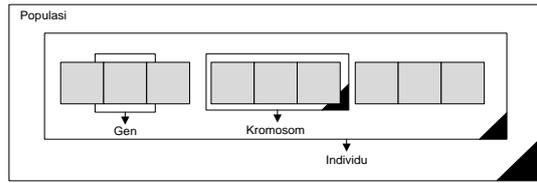
Algoritma Genetika (AG) pertama kali diperkenalkan oleh John Holland pada tahun 1975. Pada perkembangannya AG telah diaplikasikan untuk menyelesaikan persoalan pada berbagai bidang keilmuan seperti matematika, teknik, biologi dan ilmu pengetahuan sosial seperti *machine Learning*, persoalan optimasi kombinasi dan pembatas seperti

reabilitas, transportasi, pengurutan pengeluaran, *job-shop*, penjadwalan mesin.

AG mempunyai prosedur perhitungan yang teradaptasi menggunakan proses pemilihan alami (*survival of the fittest*) untuk mencari penyelesaian optimal. Prosedur AG dimulai dengan sebuah penyelesaian populasi acak. Setiap individu dalam populasi disebut dengan kromosom, yang menggambarkan suatu penyelesaian. Sebuah kromosom biasanya digambarkan sebagai satu simbol string yang biasanya berbentuk biner, namun tidak selalu demikian. Kromosom-kromosom ini melakukan regenerasi melalui urutan iterasi. Selama regenerasi kromosom dievaluasi menggunakan ukuran yang disebut dengan nilai kekuatan (*fitness value*). Untuk membentuk generasi selanjutnya, kromosom baru yang disebut dengan anak kromosom (*offspring*) diperoleh dengan cara mengawinkan dua kromosom dengan cara persilangan (*crossover*) atau memodifikasi melalui operator mutasi (*mutation operator*). Generasi baru yang terbentuk dipilih mengikuti nilai kekuatannya dan tetap mempertahankan dalam populasi. Kromosom yang layak diterima sebagai penyelesaian yang baik adalah kromosom terkuat yang memiliki peluang terpilih yang tinggi. Setelah beberapa generasi maka algoritma terpusat pada kromosom yang terbaik, yang dapat menggambarkan suatu hasil yang optimal atau sub optimal. Aspek yang penting dari AG adalah inialisasi populasi, representasi kromosom (representasi), persilangan, mutasi, seleksi, penggantian, terminasi dan fungsi kekuatan yang akan diterangkan pada bagian depan. AG telah membuktikan sebagai alat optimasi yang efektif yang dapat memberikan penyelesaian optimal atau mendekati optimal yang efisien. Selanjutnya AG tidak memerlukan banyak asumsi dalam menyelesaikan fungsi objektif seperti layaknya teknik optimasi yang lain. Adapun langkah yang digunakan dalam optimasi menggunakan AG adalah sebagai berikut:

a. Inialisasi

Inialisasi berhubungan dengan kemungkinan pembentukan penyelesaian persoalan. Populasi awal dapat dibentuk secara acak atau heuristik. Kesesuaian heuristik akan mengurangi pembentukan generasi yang diperlukan ketika mencari penyelesaian dan menambah luasnya daerah pencarian. Pada makalah ini implementasi populasi awal dibentuk secara acak.



Gambar 2.1. Susunan dari populasi

b. Representasi

Representasi memberikan pengaruh kuat terhadap kinerja AG. Perbedaan skema representasi dapat menyebabkan perbedaan kinerja dalam hal ketepatan dan waktu perhitungan. Terdapat dua metode umum representasi untuk persoalan optimasi numerik yaitu string biner dan vektor dari bilangan bulat atau bilangan riil. Representasi terbagi 2 yaitu representasi gen dan kromosom, representasi gen dilakukan berdasarkan variabel keputusan yaitu n (jumlah barang dikirim yang diterima oleh retailer), q_1 (kuantitas pengiriman ke *retailer* pertama) dan S (himpunan dari semua retailer yang batas atasnya terlampaui, dalam hal ini S didefinisikan menjadi jumlah seluruh biaya yang ditanggung oleh *vendor* yang diakibatkan penalti pada inventori *retailer* karena batas atasnya terlampaui).

c. Seleksi

Tujuan tata cara pemilihan adalah untuk melakukan duplikasi lebih banyak individu-individu yang mempunyai nilai kekuatan lebih dibandingkan individu sebelumnya. Tata cara pemilihan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas ruang lingkup pencarian selanjutnya dan penemuan nilai terbaik pada waktu yang pendek. Untuk menghindari terbentuknya konvergensi prematur dan pencapaian penyelesaian global optimal, maka perubahan populasi harus dihindarkan. Terdapat dua tatacara pemilihan berdasarkan *proportional* dan *ranking*. Pada penelitian ini digunakan tata cara pemilihan *proportional* dan sering disebut dengan pemilihan berdasarkan roda *roulette*.

d. Persilangan

Persilangan digunakan untuk menciptakan dua kromosom individu baru yang disebut dengan anak kromosom (*offspring*). Kedua kromosom dibentuk dari dua kromosom induk dalam populasi yang tersedia melalui operasi seleksi. Jika tidak terjadi persilangan maka populasi hanya ditingkatkan melalui mutasi. Beberapa operator persilangan yang biasa dipakai adalah persilangan satu titik, dua titik, siklus, homogen dan permutasi. Pada penelitian ini, digunakan persilangan satu titik potong.

e. Mutasi

Mutasi adalah operator kedua dalam AG. Dalam sistem AG, mutasi terjadi pada gen yaitu pertukaran nilai string biner dari 0 menjadi 1 atau sebaliknya. Mutasi digunakan untuk menghindari terjadinya generasi *premature* ketika proses reproduksi dengan persilangan. Proses mutasi yang tidak terkontrol dapat merusak nilai dan sifat genetik. Nilai peluang yang tinggi dapat menyebabkan pencarian bersifat acak.

f. Definisi masalah AG

Masalah yang sudah dirumuskan di microsoft excel, kemudian dihubungkan ke generator AG NLI-gen®. Sebelumnya, variabel yang akan di run sudah diberi pengkodean di microsoft excel. Tujuannya adalah untuk menghubungkan antara parameter yang ada di microsoft excel dengan generator Algoritma Genetika. Sehingga ketika *software* AG dijalankan dengan excel, keduanya saling terhubung. Terdapat beberapa proses run AG yang tidak terhubung karena ada kesalahan kecil antaranya keduanya sehingga proses run tidak bisa dijalankan.

g. Terminasi (Penghentian)

Proses persilangan, mutasi, seleksi dan penggantian dilakukakan secara berulang sehingga mencapai kriteria yang ditentukan. Pada kasus ini dilakukan beberapa kali percobaan, hasil penghentian appared menjadi dekat / optimal, dimulai dengan penghentian pertama yaitu 30 generasi, 20 populasi, *keep best* 3, generasi. 80 % *mutation probability of population* dan 10 % *mutation probability of genes*. Demikian dilakukan penghentian selanjutnya dengan *problem definition* yang berbeda hingga dirasa sudah memperoleh *fitness* terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengolahan Data

Pada bab ini akan dilakukan perhitungan total biaya dari model. Data-data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari vendor x dan juga retailer y , dimana terdapat 30 retailer ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_{30}$). Adapun data-data yang diperlukan untuk perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Data inventori *vendor*

No.	Parameter	Simbol	Angka	Satuan
1	Jumlah permintaan dari seluruh retailer ke vendor	D	117020	Unit
2	Total produk yang dikirim dari vendor kesemua retailer	q	16250	Unit

No.	Parameter	Simbol	Angka	Satuan
	dalam satu siklus waktu retailer			
3	Biaya penyimpanan inventory vendor	Hv	1	USD/Unit
4	Jumlah pengiriman dari vendor ke retailer	n	1,89361 = 2	Kali
5	Biaya pemesanan vendor	Av	4000	USD
6	Kuantitas pemesanan vendor	Q	32500	Unit

Tabel 3.2. Data Dj

Retailer j	Dj	Retailer j	Dj	Retailer j	Dj
1	2570	11	2900	21	7600
2	1850	12	1100	22	6950
3	1600	13	6800	23	4350
4	600	14	3400	24	5400
5	2300	15	4200	25	4900
6	1300	16	4700	26	850
7	3200	17	700	27	5100
8	2500	18	3300	28	6550
9	1900	19	3400	29	8200
10	5900	20	6000	30	6900

Tabel 3.3. Data Aj

Retailer j	Aj	Retailer j	Aj	Retailer j	Aj
1	11	11	120	21	200
2	40	12	75	22	220
3	35	13	140	23	120
4	80	14	150	24	200
5	45	15	150	25	240
6	30	16	200	26	120
7	90	17	100	27	500
8	100	18	130	28	700
9	90	19	150	29	300
10	120	20	160	30	750

Tabel 3.4. Data hj

Retailer j	Hj	Retailer j	Hj	Retailer j	Hj
1	6,5	11	8	21	3
2	10	12	9	22	4
3	8	13	4	23	6
4	18	14	7,5	24	6
5	9	15	6	25	5,5
6	8,5	16	6,5	26	9
7	7	17	14	27	5,5
8	7,5	18	6,5	28	4,5
9	8	19	7	29	2
10	5	20	4	30	3,5

Tabel 3.5. Data π_j

Retailer j	π_j	Retailer j	π_j	Retailer j	π_j
1	1,75	11	4	21	1,5
2	3	12	3,75	22	2,5
3	1,75	13	1,5	23	3,25
4	8	14	2	24	3
5	2,5	15	2,5	25	3
6	2	16	2,5	26	3,5
7	2	17	6	27	3
8	2,75	18	2	28	2,5

Retailer j	π_j	Retailer j	π_j	Retailer j	π_j
9	3	19	1,5	29	0,5
10	2	20	2,5	30	2

Tabel 3.6. Data Uj

Retailer j	Uj	Retailer j	Uj	Retailer j	Uj
1	70	11	260	21	1000
2	90	12	100	22	950
3	80	13	640	23	600
4	30	14	320	24	750
5	120	15	400	25	700
6	70	16	450	26	125
7	240	17	70	27	850
8	200	18	340	28	1400
9	160	19	370	29	1900
10	500	20	700	30	1800

Tabel 3.7. Data qj

Retailer j	qj	Retailer j	qj	Retailer j	qj
1	357	11	403	21	1056
2	257	12	153	22	965
3	222	13	944	23	604
4	83	14	472	24	750
5	319	15	583	25	681
6	181	16	653	26	118
7	444	17	97	27	708
8	347	18	458	28	910
9	264	19	472	29	1139
10	819	20	833	30	958

3.2 Model Matematik

Pada sub bab ini akan dihitung secara manual model VMI awal yang telah dijelaskan diatas. Berdasarkan rumus yang ada, perhitungan akan dibagi menjadi 2 yaitu pertama adalah menghitung total biaya inventori pada seluruh *retailer* terlebih dahulu kemudian langkah kedua adalah menghitung total biaya pada inventori *vendor*. Dan pada akhirnya total biaya akan diperoleh dengan menjumlahkan antara total biaya inventori dari seluruh *retailer* dengan total biaya inventori *vendor*. Adapun proses perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Perhitungan Total Biaya Inventori *Retailer* dengan Model VMI

$$TC_R = \frac{q_1}{2D_1} \sum_{j=1}^m h_j D_j = 44366,63 \text{ USD}$$

- b. Perhitungan Total Biaya Inventori *Vendor* dengan Model VMI

$$TC_V(q_1, n, S) = A_V + n \sum_{j=1}^m A_j + h_V \frac{n(n-1)q_1^2 D}{2D_1^2} +$$

$$\frac{n}{2} \sum_{j \in S} \frac{\pi_j}{D_j} \left(\frac{D_j}{D_1} q_1 - U_j \right)^2$$

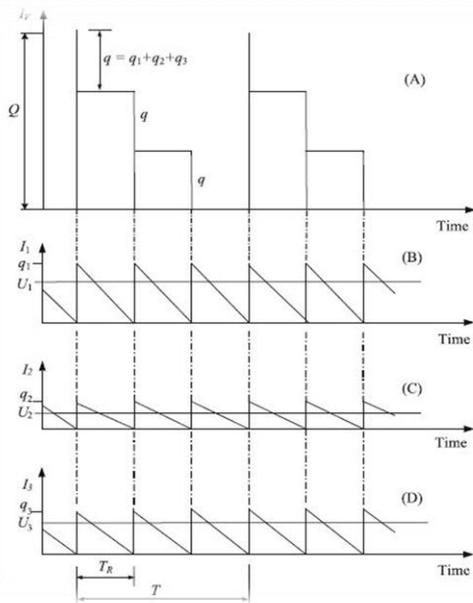
$$TC_V(q_1, n, S) = 4000 + 10161,11 + 1910,46 + 767,75 = 16839,33 \text{ USD}$$

- c. Total Seluruh Biaya Inventori Pada Model VMI

Setelah didapat total biaya inventori seluruh retailer dan total biaya vendor langkah selanjutnya adalah mencari total biaya keseluruhan dengan cara menjumlahkan keseluruhan total biaya inventori, perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$TC = TCR + TCV = 44366,63 + 16839,33 = 61188,08 \text{ USD}$$

Grafik yang terbentuk dalam model VMI single-vendor multi-retailer ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Tingkat persediaan terhadap $m = 3$
Sumber: VMI model single-vendor multi-retailer supply chain 2010

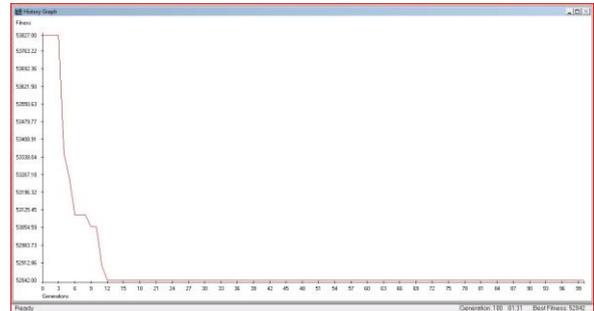
Keterangan gambar: (A) Vendor, (B) retailer pertama, (C) retailer kedua, dan (D) retailer ketiga.

Pada Gambar. 3.1 menunjukkan bahwa setelah menulis pengiriman ke retailer setiap TR unit waktu, tingkat persediaan vendor tersebut mengalami penurunan sebesar q .

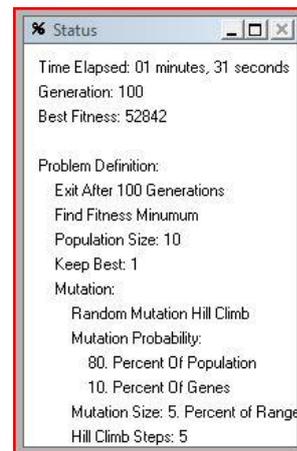
3.3 Optimasi Algoritma Genetika

Pada kasus ini akan dilakukan 4 kali rangkaian percobaan menggunakan generator AG NLI-gen® untuk memperoleh best fitness yang optimal. Adapun rangkaian percobaan pertama adalah untuk mencari jumlah generasi terbaik, pada rangkaian percobaan kedua dilakukan untuk mencari populasi terbaik, selanjutnya dilakukan pencarian mutation probability % of population pada rangkaian percobaan ketiga dan pada rangkaian percobaan terakhir dilakukan pencarian terdapat mutation probability % of genes. Keseluruhan rangkaian dipilih percobaan terbaik berdasarkan titik konvergensi dari percobaan tersebut dan waktu yang dibutuhkan selama running generator (time elapsed). Berikut merupakan hasil percobaan

terbaik berdasarkan empat kali rangkaian percobaan tersebut:



Gambar 3.2. Grafik hasil percobaan terbaik



Gambar 3.3. Status hasil percobaan terbaik

Pada percobaan tersebut dapat diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk percobaan tersebut selama 1 menit 31 detik dengan 100 generasi. Problem definition-nya adalah menggunakan population 10, keep best 1, 80% mutation of population dan 10% mutation of genes. Dari grafik dapat diketahui bahwa pada percobaan ini best fitness sebesar 52842 dan mulai konvergen pada generasi ke-12.

Hasil optimasi menggunakan AG dengan mengotimalkan total biaya pada inventori vendor dan semua retailer menggunakan variabel keputusan n , q_1 , S , dan TC sebagai nilai fitness-nya. Setelah dioptimasi dapat dilihat adanya perbedaan pada keempat parameter tersebut yang menyebabkan berkurangnya total fitness sebesar 8346,08 USD. Pada tabel dibawah ini akan dijelaskan lebih rinci mengenai selisih perbandingan antara sebelum dan sesudah dioptimalkan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8. Perbandingan parameter VMI dengan optimasi Algoritma Genetika

Parameter	VMI Single-Vendor Multi-Retailer	Optimasi AG	Presentase Pengurangan
n	1,89361	1	47,19 %
q1	357	80	77,59 %
S	810,8854211	55	93,21 %
Total Biaya	61188,07556	52842	13,64 %

Tabel 3.9. Perbandingan total biaya inventori model VMI dengan Optimasi AG

VMI Single-Vendor Multi-Retailer			Optimasi AG		
Retailer	Vendor	TC	Retailer	Vendor	TC
44348,75	16839,33	61188,08	43448,5	9393,5	52842

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pengurangan biaya inventori retailer antara sebelum dan sesudah optimasi AG adalah sebesar 0,25 USD. Sedangkan pengurangan biaya inventori vendor antara sebelum dan sesudah optimasi AG adalah sebesar 7445,8 USD. Sehingga dapat dikatakan pengurangan biaya terbesar terletak pada inventori vendor. Presentase pengurangan total biaya setelah dilakukan optimasi dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebesar $= \frac{61188,07556 - 52842}{61188,07556} \times 100\%$ = 13,64 % dari total biaya awal.

3.4 Pembahasan

a. Optimasi Model dengan AG

Pada optimasi menggunakan genetikan algoritma dilakukan 4 kali rangkaian percobaan. Pada rangkaian percobaan yang pertama bertujuan untuk memperoleh generasi optimal sehingga diperoleh 100 generasi yang dijadikan acuan untuk percobaan selanjutnya. Kemudian pada rangkaian percobaan kedua dilakukan pencarian terhadap jumlah populasi terbaik. Adapun kriteria pemilihan percobaan terbaik pada rangkaian percobaan kedua sampai keempat adalah pertama dilihat dari total fitness yang terkecil, grafik konvergensinya dan waktu proses dalam melakukan percobaan. Jumlah populasi terbaik yang didapatkan dalam percobaan ini adalah 10. Selanjutnya pada rangkaian percobaan ketiga bertujuan untuk mencari mutation probability (% of population) terbaik. Hasil dari rangkaian percobaan ketiga didapatkan mutation probability (% of population) sebesar 80 %. Dengan menggunakan acuan pada rangkaian percobaan sebelumnya, dilakukan percobaan keempat yang bertujuan untuk mencari mutation probability (% of genes) terbaik. Hasilnya adalah percobaan dengan mutation probability (% of genes) sebesar 10 %.

Setelah dilakukan seluruh rangkaian percobaan, diperoleh hasil fitness optimal dengan kriteria yang terbaik pada rangkaian percobaan keempat yaitu pada percobaan ke-2. Dimana nilai best fitness pada percobaan tersebut adalah 52842 dengan grafik yang konvergen pada generasi ke-12 dan dengan waktu percobaan selama 91 detik. Penurunan seluruh total biaya inventory pada model VMI tersebut setelah di optimasi dengan algoritma genetika adalah sebesar 8345 USD atau 13,64 % dari total biaya awal. Penurunan tersebut terdiri dari 0,25 USD pada inventori retailer dan 7445,8 USD pada inventori vendor.

Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa metode algoritma genetika berhasil memecahkan masalah pada penelitian ini. Adapun hasil yang didapatkan diperoleh berdasarkan penentuan range pada variabel keputusan yang dilakukan diawal penelitian. Sehingga ketika dilakukan running generator algoritma genetika dengan generasi, populasi, dan probabilitas tertentu hasil best fitness nya pun akan berubah. Variabel keputusan tersebut menentukan berapa hasil nilai best fitness yang diperoleh.

b. Analisa Dampak terhadap Variabel Keputusan

Pada penelitian ini dapat perbedaan dalam variabel keputusan di model VMI awal dengan model VMI yang telah dipotimasi dengan menggunakan AG. Setelah diperoleh nilai fitness yang optimal maka dapat diketahui besar perubahan nilai pada variabel keputusan. Perubahan ini terjadi dikarenakan range yang telah ditentukan saat melakukan optimasi dengan AG untuk mencari nilai fitness (biaya total) paling rendah. Adapun nilai variabel keputusan awal adalah $n = 2$, $q1 = 357$, dan $S = 810$. Setelah dilakukan optimasi menjadi $n = 1$, $q1 = 80$, dan $S = 55$. Dengan kata lain jumlah frekuensi optimal adalah 1 kali pengiriman dengan jumlah produk pada pengiriman pertama sebanyak 80 dan jumlah seluruh biaya yang ditanggung oleh vendor yang diakibatkan penalti pada inventori retailer karena batas atasnya terlampaui sebesar 55. Adapun efisiensi yang terjadi pada variabel keputusan $n = 47,19 \%$, $q1 = 77,59 \%$, $S = 93,21 \%$.

Ketiga variabel keputusan sudah mencapai hasil optimal yaitu sudah berada pada range yang paling kecil. Dengan demikian penelitian ini berhasil dan sesuai dengan tujuan awalnya. Dengan melihat hasil penelitian, terbukti bahwa metode AG sesuai untuk di aplikasikan pada model VMI Darwish dan Odah (2010). Dimasa yang akan datang penelitian ini

dapat dikembangkan dengan metode optimasi lainnya sehingga dapat dilakukan perbandingan.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini mengenai penelitian model VMI single-vendor multi-retailer supply chains yang dioptimasi dengan algoritma genetika dapat ditarik beberapa kesimpulan. Adapun kesimpulan yang menjadi jawaban dari rumusan masalah yang telah ditentukan diawal adalah sebagai berikut :

- a. Hasil optimasi dengan menggunakan algoritma genetika adalah berkurangnya total biaya seluruh inventori didalam sistem. Asumsi-asumsi yang melekat pada model VMI awal dapat dihilangkan dengan metode algoritma genetika. Total biaya akhir sebesar 52842 USD dengan penurunan sebesar 13,64 %.
- b. Nilai variabel keputusan setelah dilakukan optimasi dengan algoritma genetika menjadi lebih rendah sehingga lebih efektif dan efisien serta dapat meminimalisasi total biaya.

Daftar Pustaka

Darwish, M. A., & Odah, O. M. (2010). Vendor managed inventory model for single-vendor multi-retailer supply chains. *European Journal of Operational Research*, 204(3), 473-484.

Seyed Esfahani, M. M., Biazaran, M., & Gharakhani, M. (2011). A game theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer-retailer supply chains. *European Journal of Operational Research*, 211(2), 263-273. Tsay, A.A. and Agrawal, N. "Channel conflict and coordination in the Ecommerce age", *Production and Operations Management*, 13(1), pp. 93-110 (2004).

Yu, Y., Hong, Z., Zhang, L. L., Liang, L., & Chu, C. (2013). Optimal selection of retailers for a manufacturing vendor in a vendor managed inventory system. *European Journal of Operational Research*.

De Toni, A. F., & Zamolo, E. (2005). From a traditional replenishment system to vendor-managed inventory: a case study from the household electrical appliances sector. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 63-79.

Goldberg, D. E., & Holland, J. H. (1988). Genetic algorithms and machine learning. *Machine learning*, 3(2), 95-99.

De Jong, K. A. (1975). Analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems. Rusdiansyah, A. dan Tsao, D., 2005. An Integrated Model of The Periodic Delivery Problems for Vending Machine Supply Chains. *Journal of Food Engineering* 70, 421-434.

Chairul Saleh (2002). Material Lot Size Decision in Multi Stage Manufacturing System With Genetic Algorithm Approach. Thesis Philosophy of Doctor, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Chairul Saleh, (2005a). Determination of Common Due Date on Single Machine Schedule with Sequence Dependent Set-Up Time using Genetic Algorithm. *National Proceedings Seminar Industrial Technique*, 24-25 June 2005. ISSN: 1412 – 338X.

Chairul Saleh, (2005b). Optimization of Production Scheduling on Cel Manufacturing Through AG-2LP Approach. *National Proceedings Seminar 2005, "Implementing Supply Chain Management and Logistics in the Field of Industry"*. Surabaya, September 29th, ISBN: 979 – 25 – 0800 – 7.

Charilas, D. E., & Panagopoulos, A. D. (2010). A survey on game theory applications in wireless networks. *Computer Networks*, 54(18), 3421-3430.

Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. U Michigan Press.

Hoseininia, M., Didehvar, F., & Esfahani, M. M. S. (2009). Inventory competition in a multi channel distribution system: The Nash and Stackelberg game. arXiv preprint arXiv:0906.0151.

Mittal, P., & Sharma, K. (2012). Repeated Time Allocation of National and Private Sector by Real Estate Agent. Available at SSRN 2055308.

Nachiappan, S.P., Jawahar, N., 2006. A genetic algorithm for optimal operating parameters of VMI system in a two-echelon supply chain. *European Journal of Operational Research* 182 (3), 1433-1452.

Nahmias, S., 2005. *Production and Operations Analysis*, fifth ed. Irwin, Homewood, IL, USA.

Nagarajan, M., Rajagopalan, S., 2008. Contracting under vendor managed inventory systems using holding cost subsidies. *Production and Operations Management* 17 (2), 200-210.

Parlar, M. "Game theoretic analysis of the substitutable product inventory problem with random

demands”, *Naval Research Logistics*, 35(3), pp. 397–409 (1988).

Simchi-Levi, D., & Kaminsky, P. (2000). *E. Simchi-Levi. Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies.*

Wang, O. and Parlar, M. “A three person game theory model arising in stochastic inventory control theory”, *European Journal of Operational Research*, 76(1), pp. 83–97 (1994).

Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E., 2007. Supplier selection and order lot sizing modeling: a review. *Computers & Operations Research* 34 (12), 3516–3540.

Banerjee, A. (1986). A joint economic-lot-size model for purchase and vendor. *Decision Sciences*, 17, 292–311.

Banerjee, A., & Banerjee, S. (1992). Coordinated, orderless inventory replenishment for a single supplier and multiple buyers through electronic data interchange. *International Journal of Technology Management*, 7, 328–336.

Hadley, G., & Whitin, T. 1963. *Analysis of inventory systems.* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Tersine, R.J., 1994, *Principles of Inventory And Materials Management*, 4-ed, Prentice Hall, Englewoodcliffs, New jersey 4-ed, Prentice Hall, Englewoodcliffs, New jersey.



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281. Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Digdoyo Oktapriandi¹, Chairul Saleh²
Judul Makalah : OPTIMASI BIAYA PADA MODEL VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI): SINGLE- VENDOR MULTI-RETAILER MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
Pukul : 11.00 - 11.15
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : A.25
Moderator : Joko Prasajo, S.T., M.T
Notulen : Novi Maulida Ni'mah, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : 8 orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Joko Prasajo, S.T., M.T	 Digdoyo Oktapriandi ¹ , Chairul Saleh ²



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
 Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

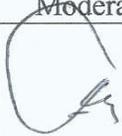
NOTULEN
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Digdoyo Oktapriandi¹, Chairul Saleh²
 Judul Makalah : OPTIMASI BIAYA PADA MODEL VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI): SINGLE-VENDOR MULTI-RETAILER MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
 Pukul : 11.00 - 11.15
 Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
 Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
 Ruang : A.25

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
<p>Dak Ksts</p> <p>① Bagaimana dgn sistem produksi</p> <p>② Posisi stok terarah dan ds raw material ?</p>	<p>① Produk tetap & tidak terpengaruh dgn penurunan ds vendor & retailer</p> <p>② Ya</p>

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Joko Prasajo, S.T., M.T	 Digdoyo Oktapriandi ¹ , Chairul Saleh ³