

Optimasi Penyusunan Paket Suku Cadang Pada PT. XYZ Menggunakan Metode Algoritma Genetik

Ridzky Utomo¹, , Praty Poeri S², Mira Rahayu³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Institut Teknologi Telkom Bandung
Jalan Telekomunikasi No 1. Dayeuhkolot. Bandung
ridzkyutomo@gmail.com, 10750593@ittelkom.ac.id, mry@ittelkom.ac.id

Abstrak

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di industri otomotif yang menganut sistem produksi JIT yang membutuhkan kemampuan distribusi bahan baku berupa paket suku cadang dengan performansi yang tinggi. Salah satu permasalahan yang mempengaruhi performansi kinerja distribusi adalah container loading. Perencanaan penyusunan suku cadang dalam bentuk paket ke dalam truk merupakan fokus utama pada penelitian ini. Container loading yang dilakukan PT. XYZ memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, yang dipengaruhi oleh tingkat heterogen ukuran-ukuran paket. Penyelesaian masalah pada penelitian ini menggunakan sebuah metode perhitungan berbasis metaheuristik untuk melakukan optimasi container loading, yaitu algoritma genetik. Penggunaan algoritma genetik sebagai metode pencarian pola penyusunan dalam kontainer adalah untuk mencapai efisiensi pemakaian ruang kontainer yang optimal. Optimasi dari nilai efisiensi pemakaian ruang kontainer yang baik akan mempengaruhi jumlah paket suku cadang yang dapat diangkut tiap pengiriman. Semakin besar nilai efisiensi dapat mengurangi jumlah proses distribusi dari segi siklus pengiriman dan biaya transportasi kendaraan.

Kata kunci: Container loading problem, algoritma genetik, optimasi.

1. Pendahuluan

Supply Chain Management merupakan suatu rangkaian proses dan aliran yang terjadi di dalam dan di antara tahapan rantai pasok yang berbeda dan berkombinasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan atas suatu produk [1], berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa, *Supply Chain Management* merupakan sebuah sistem yang terdiri dari rangkaian proses untuk dapat menggabungkan komponen-komponen kerja yang terdiri atas pemasok material, fasilitas produksi, hingga pelanggan dan selalu dituntut untuk menciptakan sebuah pengembangan berupa solusi dan sinkronisasi aliran produk atau jasa.

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur merupakan salah satu sistem yang berada dalam rangkaian rantai pasok, dituntut untuk dapat melakukan perencanaan produksi yang cepat dan akurat. Perencanaan produksi yang baik tidak dapat diaplikasikan dengan semestinya jika pengadaan bahan baku atau bahan setengah jadi tidak dilakukan secara tepat sasaran.

Setiap perencanaan bahan baku terdapat sebuah perencanaan proses pengepakan atau penyatuan dari barang-barang yang akan didistribusikan, yang dilanjutkan pada proses pengisian paket ke dalam kontainer. Proses pengisian ini akan berpengaruh kepada kondisi bahan baku atau bahan setengah jadi yang didistribusikan. Distribusi merupakan kunci dari keseluruhan keuntungan yang diperoleh perusahaan karena mempengaruhi ongkos rantai pasok dan langsung berhubungan dengan konsumen [1], oleh karena itu pendistribusian merupakan hal penting yang harus diperhitungkan.

PT. XYZ merupakan agen tunggal pemegang merek XYZ di Indonesia, yaitu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang otomotif mobil *compact*. Sistem distribusi pengadaan suku cadang mobil, PT. XYZ melalui *section* eksternal logistiknya menggunakan metode *milkrun* dan *direct* untuk pengiriman suku cadang dari *supplier* ke PT. XYZ. Metode *direct* merupakan pengiriman barang yang dilakukan secara langsung dari *supplier* menuju PT. XYZ, sedangkan *milkrun* merupakan metode pengambilan barang untuk sejumlah *supplier* dilakukan secara bersamaan dengan jumlah barang yang dibawa telah ditentukan sebelumnya. Hal tersebut menyebabkan jenis suku cadang yang dibawa terdiri atas bermacam-macam jenis dan berasal dari *supplier* yang berbeda-beda untuk tiap pengiriman. Pelaksanaan metode *milkrun* PT. XYZ menggunakan bantuan pihak ke-tiga yang disebut dengan *Logistic Partner* (LP). LP ini akan bertugas untuk melakukan pengiriman barang dari *supplier* menuju PT. XYZ berdasarkan informasi yang telah diberikan oleh PT. XYZ.

Kendala utama yang diamati pada penelitian ini adalah pemanfaatan ruang dalam truk yang kurang maksimal. penelitian difokuskan pada tiga teori, yaitu konsep *packaging*, *loading* dan metode algoritma pencarian. Konsep *packaging* dibagi menjadi dua, yaitu *consumer packaging* dan *industrial packaging*. Penggunaan konsep yang menjadi metode terpilih adalah *industrial packaging*, dikarenakan konsep ini mengutamakan kebutuhan logistik dari objek. Kebutuhan logistik ini dapat berupa keamanan, *material handling*, bobot dan kerapuhan objek yang diangkut.

Melalui perhitungan efisiensi pemakaian ruang dalam truk, didapatkan persentase efisiensi untuk kondisi berdasarkan penyusunan metode aktual sebesar 67.9%. Angka tersebut menunjukkan bahwa masih ada kemungkinan untuk memaksimalkan pemanfaatan ruang dalam truk. Secara keseluruhan bisa dikatakan bahwa pemanfaatan ruang dalam truk yang kurang maksimal, merupakan gejala utama atas kurang optimalnya perencanaan penyusunan paket suku cadang ke dalam truk pada PT. XYZ.

Melalui penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan performansi pengadaan melalui optimasi perencanaan penyusunan paket suku cadang ke dalam truk. Karakteristik optimasi tersebut berupa peningkatan nilai efisiensi dari pemakaian ruang dalam truk.

Dalam mengoptimalkan penempatan barang dalam kontainer, dapat menggunakan konsep *Container Loading Problem (CLP)*. *Container loading* merupakan masalah tiga dimensi yang menentukan pengaturan dan penyusunan barang di dalam kontainer. Tujuan utama CLP adalah pemaksimalan efisiensi utilitas penggunaan ruang kontainer untuk aktivitas *loading*, yang menurut [2] proses *loading* sangat ditentukan oleh tipe, klasifikasi dan karakteristik produk.

Menurut [3] ada beberapa batasan-batasan yang dipertimbangkan dalam CLP yaitu keterbatasan orientasi untuk kotak-kotak, keterbatasan stabilitas muatan dan keterbatasan volume kontainer. *Container loading* terdiri dari penyusunan kotak berbagai ukuran ke dalam kontainer yang tersedia dengan cara mengoptimalkan beberapa sasaran fungsi. Tujuan utamanya yaitu untuk menemukan *feasible solution* untuk penyusunan barang di dalam kontainer, serta menemukan skema penyusunan dengan memaksimalkan kepadatan penyusunan barang di dalam kontainer.

Kotak-kotak yang akan dipindahkan ke dalam kontainer mempunyai bentuk segi-empat dengan keterangan dimensi panjang, lebar, dan tinggi tertentu. Kotak juga tidak selalu berbentuk segi-empat yang sempurna pada kenyataannya. Oleh karena itu menurut [4], stabilitas dari penyusunan kotak menjadi suatu isu penting dalam aktivitas *loading*.

Berdasarkan jumlah tipe kotaknya, CLP dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu permasalahan homogen dengan satu tipe kotak, permasalahan heterogen lemah dengan beberapa tipe kotak yang berbeda, dan permasalahan heterogen kuat dengan banyak tipe kotak yang berbeda tipe. Permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini termasuk kategori ketiga, karena jumlah suku cadang yang banyak dan bervariasi menyebabkan tipe kotak paket sangat bervariasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [5], penyelesaian *container loading problem*, di selesaikan dengan menggunakan *hybrid genetic algorithm*, pada penelitian tersebut efisiensi yang dilakukan oleh algoritma genetika ditingkatkan lagi dengan menggunakan metode hybrid, dengan berdasarkan pada pendekatan deterministik. Pada penelitian tersebut, terdapat beberapa aturan dalam peletakan kotak dalam kontainer, yaitu: semua kotak yang ada harus dimasukkan dalam kontainer, setiap kotak tidak tumpang tindih dengan kotak yang lain, setiap kotak diatur penempatannya sejajar dengan dinding samping kontainer. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [5], pada penelitian ini memiliki persamaan dalam *container loading problem*, dengan algoritma yang hamper mirip yaitu *genetic algorithm*, tetapi pada penelitian ini, aturan yang digunakan pada penelitian [5], tidak berlaku.

Penggunaan algoritma genetik pada penelitian ini sebagai metode pencarian pola penyusunan dalam kontainer adalah untuk mencapai efisiensi pemakaian ruang kontainer yang optimal. Optimasi dari nilai efisiensi pemakaian ruang kontainer yang baik akan mempengaruhi jumlah paket suku cadang yang dapat diangkut tiap pengiriman. Semakin besar nilai efisiensi dapat mengurangi jumlah proses distribusi dari segi siklus pengiriman dan biaya transportasi kendaraan.

Algoritma adalah sebuah metode algoritma yang bertujuan untuk mencari solusi suatu masalah dengan pola yang optimal. Solusi yang didapat dari berbagai penggabungan metode tersebut dinamakan *chromosome* (kromosom) dengan *fitness* (nilai kemampuan untuk bertahan hidup pada generasi selanjutnya) tertentu, setiap kromosom yang terdiri dari susunan banyak *gene* (gen) mewakili satu individu dalam setiap *population* (populasi) pada satu *generation* (generasi). Pencarian susunan gen-gen terbaik ini membutuhkan waktu yang cukup lama seiring dengan proses evolusi yang ada.

Algoritma genetik memiliki perbedaan mendasar dalam empat hal jika dibandingkan dengan metode algoritma pencarian solusi yang lain yaitu :

1. Algoritma genetik memanipulasi himpunan parameter yang terkode, bukan secara langsung pada parameter tersebut.
2. Algoritma genetik melakukan pencarian dari suatu populasi titik, bukan dari satu titik tunggal yang bersifat heuristik.
3. Algoritma genetik memanfaatkan informasi yang ada secara langsung dan tidak memanfaatkan derivasi atau pengetahuan tambahan yang lainnya.
4. Algoritma genetik menggunakan aturan transisi yang probabilistik, bukan aturan yang deterministik.

Pada penelitian ini, jenis representasi kromosom yang digunakan adalah representasi permutasi. Kunci pertama dari sebuah representasi permutasi adalah satu kromosom mewakili satu solusi. Kedua, pencarian nilai optimal dinyatakan dalam urutan atau posisi gen (indeks pada kromosom) [6], pada representasi permutasi, sebuah gen hanya muncul satu kali dalam sebuah kromosom.

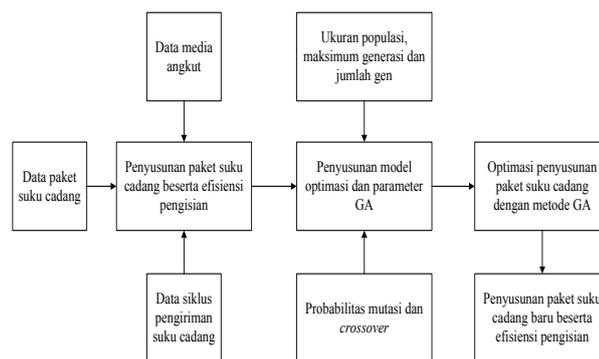
2. Metode Penelitian

Penelitian dimulai dari analisis terhadap sistem perencanaan *loading* truk aktual. Hal yang diamati mencakup metode yang digunakan pada pola penyusunan dan metode alternatif yang dimanfaatkan oleh sistem perencanaan. Pengamatan dan analisis terhadap kondisi aktual akan memperoleh data yang

digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan perusahaan terhadap sebuah sistem usulan dari konsep *industrial packaging*, *loading* dan metode algoritma genetik untuk mengoptimalkan kinerja sistem.

Pola penyusunan aktual diperoleh berdasarkan data media angkut, suku cadang, dan siklus pengiriman suku cadang. Materi pola penyusunan akan digunakan sebagai konsep dasar penyusunan model optimasi. Model tersebut akan dibentuk dari sejumlah inialisasi parameter algoritma genetik, secara garis besar berupa informasi populasi kromosom dan probabilitas dalam proses iterasi.

Model dilanjutkan dengan melakukan optimasi menggunakan metode algoritma genetik. Proses optimasi tersebut akan memperhatikan fungsi tujuan dari parameter yang sebelumnya telah didefinisikan. Tujuan utama dari proses optimasi ini adalah mencapai solusi optimal pada permasalahan optimasi pola penyusunan paket suku cadang yang diikuti perbandingan efisiensi dengan kondisi aktual. Solusi optimal akan tercapai jika nilai kesesuaian (dalam algoritma genetik biasa disebut sebagai *fitness*) dari model yang telah dirancang pada tahap inialisasi mencapai *fitness* terbaik dari seluruh generasi. Gambar 1 memperlihatkan hubungan antar konsep yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 1. Model Konseptual

Beberapa langkah pendahuluan sebagai tahap awal pemrosesan algoritma genetik adalah: (1) penentuan masukan dan keluaran, (2) penentuan komponen model, (3) pembentukan model matematika, dan (4) penentuan model solusi. Langkah pengerjaan dilanjutkan dengan optimasi penyusunan menggunakan algoritma genetika, yaitu:

Langkah 1: Inialisasi kromosom, merupakan tahap pendefinisian bentuk kromosom yang akan diolah dalam algoritma genetik.

Langkah 2: Inialisasi populasi, adalah tahap menentukan bentuk dan ukuran populasi dari kromosom yang telah didefinisikan sebelumnya.

Langkah 3: Decode kromosom, merupakan tahap menterjemahkan kromosom menjadi kumpulan informasi suatu model. Hasil dari decode akan menjadi representasi sebuah solusi.

Langkah 4: Evaluasi individu, merupakan tahap pendefinisian fungsi fitness agar dapat menghitung nilai fitness sebagai nilai ukur dalam optimasi.

Langkah 5: Linear fitness ranking, adalah tahap pengurutan kromosom dalam sebuah populasi berdasarkan peringkat nilai fitness yang ditambah variasi nilainya.

Langkah 6: Seleksi orang tua, merupakan tahap memilih kromosom yang akan dijadikan orang tua setelah memilih kromosom yang akan dijadikan orang tua setelah dilakukan pengurutan. Metode yang digunakan adalah *roulette wheel*.

Langkah 7: *Crossover*, tahap perkawinan antara orang tua yang terseleksi.

Langkah 8: Mutasi, merupakan tahap perubahan nilai gen dari sebuah kromosom. Tiap kromosom akan memiliki nilai probabilitas untuk mengalami proses mutasi.

3. Hasil dan Analisis

PT. XYZ memiliki 10 rute pengiriman barang, pada penelitian ini hanya dibatasi satu rute saja, yaitu rute DRA01-1. Data spesifikasi pengepakan paket barang akan diperoleh setelah menghitung volume yang dikirim untuk siklus dalam rute. Tabel 1 memperlihatkan data dimensi paket untuk rute DRA01-1. Spesifikasi paket tersebut akan diproses menggunakan algoritma genetik untuk menghasilkan posisi paket dalam kontainer yang optimal, yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

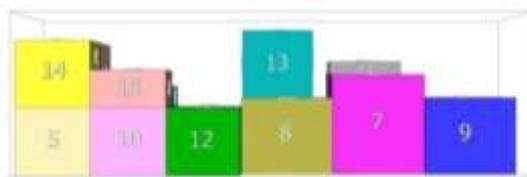
Penggunaan algoritma genetik pada penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan terhadap permasalahan yang ada. Keterbatasan tersebut muncul dikarenakan penelitian ini hanya terfokus pada efisiensi penyusunan paket suku cadang dalam truk. Terdapat sejumlah asumsi yang di definisikan untuk melakukan penyesuaian antara kondisi nyata dengan hasil dari proses optimasi, adapapun asumsi-asumsi tersebut adalah:

1. Satuan massa dari tiap paket suku cadang berupa volume dalam m^3 , hal ini dilakukan untuk mempermudah penyeragaman ukuran saat melakukan pengepakan.
2. Urutan pengambilan paket suku cadang dianggap bisa disesuaikan berdasarkan keluaran algoritma, yang artinya urutan supplier yang akan dilalui truk bias berubah sesuai kebutuhan efisiensi penyusunan paket suku cadang, setelah memperoleh keluaran dari proses algoritma.

3. Jumlah truk untuk setiap siklus pengiriman adalah satu.
4. Ukuran truk yang digunakan untuk tiap pengiriman adalah sama.

Tabel 1. Data Dimensi Paket Rute DRA01-1

Kategori paket	No paket	panjang (m)	lebar (m)	tinggi (m)	volume (m3)
Denso CBT Small1	paket 1	1.1	1	1.05	1.155
	paket 2	1.1	1	1.05	1.155
	paket 3	1.1	1	1.05	1.155
	paket 4	1.1	1	1.05	1.155
	paket 5	1.1	1	1.05	1.155
	paket 6	1.1	1	0.32	0.352
Denso CBT Aircond	paket 7	1.4	1.6	1.5	3.36
	paket 8	1.35	1.68	1.15	2.61
	paket 9	1.35	1.68	1.15	2.61
Denso CBT jbk1	paket 10	1.1	1	1.05	1.155
	paket 11	1.1	1	0.214	0.2354
Denso Asmo small1	paket 12	1.1	1	1.05	1.155
	paket 13	1.1	1	0.305	0.3355
Kayaba small1	paket 14	1.1	1	1.05	1.155
	paket 15	1.1	1	0.55	0.605



Gambar 2. Pola Penyusunan tampilan sisi kiri :



Gambar 3. Pola Penyusunan tampilan sisi kanan :

Nilai efisiensi yang dihasilkan metode algoritma genetik menunjukkan bahwa volume rute DRA01-1 siklus 1 dapat memuat hingga 75.627% dari kapasitas total truk. Terjadi peningkatan nilai efisiensi sebesar 7.727% bila dibandingkan dengan metode yang dilakukan PT. XYZ.

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan pada algoritma ini, karena terdapat sejumlah nilai yang tidak valid yang melebihi batasan, dengan presentase kesalahan output sebesar 10%. Permasalahan ini harus diperbaiki untuk pengembangan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian ini tidak memperhatikan waktu loading dan unloading barang dan waktu perpindahan truk dari supplier ke supplier lain, bila variable-variabel tersebut dimasukkan, maka optimasi akan semakin mendekati permasalahan nyata, namun tingkat kompleksitasnya akan meningkat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan pada optimasi penyusunan paket suku cadang ke dalam truk untuk rute pengiriman DRA01-1, maka didapat sejumlah kesimpulan mengenai penelitian ini :

1. Penggunaan metode algoritma genetik dalam perencanaan penyusunan paket suku cadang dalam truk berhasil meningkatkan efisiensi pemakaian ruang dalam truk. Peningkatan yang terjadi dapat dibandingkan dengan nilai efisiensi dari volume matriks, semakin mendekati nilai dari nilai volume matriks maka semakin baik pola penyusunan paket suku cadang dalam truk.
2. Akurasi yang diberikan dari hasil algoritma genetik lebih baik jika dibandingkan dengan metode aktual. Hal ini bisa dilihat dari keluaran susunan paket suku cadang yang berupa koordinat disertai dimensi ukuran paket.

Tabel 2. Koordinat Susunan Paket Suku Cadang

ID Paket	4	1	5	14	2	6	10	15
Sumbu-y	0	0	0	0	1.1	1.1	1.1	1.1
Sumbu-x	0	0	1	1	0	0	1	1
Sumbu-z	0	1.05	0	1.05	0	1.05	0	1.05
Panjang	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Lebar	1	1	1	1	1	1	1	1

Tinggi	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.32	1.05	0.55
Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8

ID Paket	3	12	8	13	7	11	9
Sumbu-y	2.2	2.2	3.3	3.3	4.85	4.85	6.25
Sumbu-x	0	1	0	0	0	0	0
Sumbu-z	0	0	0	1.15	0	1.5	0
Panjang	1.1	1.1	1.35	1.1	1.4	1.1	1.35
Lebar	1	1	1.68	1	1.6	1	1.68
Tinggi	1.05	1.05	1.15	0.305	1.5	0.214	1.15
Urutan	9	10	11	12	13	14	15

Referensi

- [1] Chopra, Sunil and Peter Meindl, 2001 . Supply Chain Management, Third Edition, Prentice Hall
- [2] Mulcahy, David E. and Joachim Sydow, 2008 . A Supply Chain Logistics Program for Warehouse Management (Series on resource Management), Auerbach Publications: 98
- [3] Moura dan Oliveira (2004), An integrated approach to the vehicle routing and container loading problems. *OR Spectrum*. 2009; 31.(4): 775-800
- [4] Kocjan W, Holmström K. *The Autopack Project Algorithms For Container Loading*. Department of Mathematics and Physics Mälardalen University SE-721 23 Västerås, Sweden. Report number: 03. 2006
- [5] Hasni H., Sabri H., On a Hybrid Genetic Algorithm for Solving the Container Loading Problem with no Orientation Constraints. *Journal of Mathematical Modeling and Algorithms*. 2012. DOI: 10.1007/s10852-012-9179-3
- [6] Suyanto, 2005. Algoritma Genetika dalam MATLAB, Penerbit ANDI : Yogyakarta: 51
- [7] Bowersox, Donald J. and David J.Closs, 1996 . *Logistical Management (The Integrated Supply Chain Process)*, McGraw – Hill, International Edition.