

OPTIMALISASI KNAPSACK PROBLEM DI PT. BARAKA SARANA TAMA MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Jihad Nur Ahmadi^{1*}, Yulison Herry Crisnanto¹ dan Fajri Rahkmat Umbara¹

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Jend. Sudirman, Cibeber, Kec. Cimahi Sel., Kota Cimahi, Jawa Barat 40531

*Email: jihadnurahmadi17@if.unjani.ac.id

Abstrak

Salah satu penyebab kerusakan kendaraan muatan adalah karena kendaraan sering mengalami kelebihan beban muatan (*overtone*). Setiap kendaraan memiliki kapasitas terbatas sehingga tidak semua barang dapat dimuat, pengiriman barang dapat melakukan kombinasi barang apa saja yang harus dimuat agar dapat memaksimalkan berat muatan tanpa melebihi kapasitas kendaraan. Kombinasi barang dalam pengiriman merupakan masalah kombinatorial yang kompleks. Permasalahan kombinasi ini masuk ke dalam knapsack problem. Pemanfaatan algoritma genetika dalam knapsack problem adalah untuk melakukan optimalisasi pengiriman barang pada kendaraan. Parameter algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah populasi 2345, generasi sebanyak 1000, nilai *cr* sebesar 0,8 dan nilai *mr* sebesar 0,4. menghasilkan nilai kecocokan yang optimal mendapatkan profit yaitu Rp. 165.237.000 dengan maksimal berat 3000Kg dan volume 299.980 m³ pada generasi 100. Hasil dari penelitian ini untuk mengoptimalkan pengiriman barang sesuai dengan tanggal masing-masing pengiriman barang.

Kata kunci: *Optimalisasi, Knapsack Problem, pengiriman barang, Algoritma Genetika.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai perusahaan distributor, biaya pengiriman merupakan hal sangat berpengaruh terhadap keuntungan yang akan didapatkan PT. BST Legundi. Hal yang mempengaruhi biaya pengiriman selain jarak pengiriman adalah frekuensi maintenance kendaraan yang digunakan dalam proses pengiriman PT. BST mulai berbenah, baik dari segi pelayanan maupun fasilitas yang terdapat pada bidang jasa pengiriman demi mengindahkan kenyamanan dari pengguna bidang jasa pengiriman. Bidang Jasa pengiriman menjadi favorit masyarakat dikarenakan bisa mengirim dokumen penting, pengiriman secara kilat, pengiriman barang berharga serta terjamin dengan sistem garansinya (Iriany, Widodo, and Mahmudy 2017).

Sehingga untuk mempertahankan pandangan masyarakat terhadap pelayanan di bidang jasa pengiriman, perlu dilakukan pemeliharaan pada kendaraan terutama pada kendaraan pengiriman, dikarenakan kendaraan merupakan salah satu objek yang terlihat dan digunakan untuk pengiriman barang. Kendaraan-kendaraan pada BST Legundi banyak diperbaiki mulai dari kondisi mobil serta fasilitas yang ada pada kendaraan, sistem pengiriman barang semakin mudah dengan menggunakan aplikasi.

Meningkatnya jumlah pengiriman barang tidak secara terus menerus setiap waktu akan memenuhi muatan pada mobil yang tersedia. Masih banyak ditemukan dalam waktu tertentu pengiriman barang tersebut kurang optimal sesuai dengan kapasitas kendaraan pada masing-masing kendaraan yang disediakan. Pengiriman barang pada tiap tiap kendaraan sering sekali melebihi kapasitas mobil, banyak faktor yang mempengaruhi untuk mengejar target keuntungan. Harga yang bervariasi memungkinkan pengguna dapat memilih harga termurah dari yang ditawarkan, serta dapat memilih tanggal pengiriman sesuai dengan keinginan pengguna, disisi lain banyak alternatif pengiriman barang yang memiliki harga lebih murah namun waktu tempuh sama dengan harga yang lebih mahal, sehingga hal tersebut dapat menjadi indikator pengiriman barang tidak terpakai secara optimal.

Masalah Knapsack sangat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Masalah knapsack termasuk dalam kelompok masalah optimasi yang disebut masalah NP- Complete (Non Deterministic

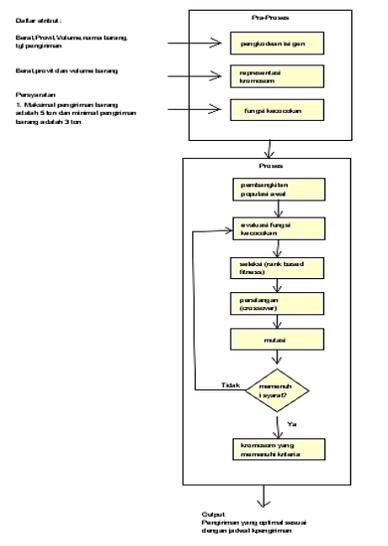
Polynomial Complete Problem), yaitu masalah yang sangat sulit ditemukan solusinya. Kesulitan dalam masalah knapsack berasal dari tidak mungkinnya menghasilkan suatu algoritma yang memberikan hasil eksak dalam waktu komputasi cepat. Masalah knapsack memerlukan banyak perhitungan serta berkembang secara eksponensial dengan semakin besarnya ukuran masalah. Dan pada umumnya masalah-masalah NP-Complete itu diselesaikan dengan algoritma pendekatan atau algoritma heuristic (*generate and test*) (Sunarwan and Juhana 2018).

Penelitian ini akan berfokus pada optimalisasi pengiriman barang pada mobil dengan menghasilkan jumlah optimal barang yang akan dibawa pada masing-masing kendaraan untuk pengiriman barang. Algoritma Genetika merupakan metode pencarian solusi kriteria tanpa harus menguji satu persatu dari sekian banyak kombinasi (Hidayatullah, Rokhmawati, and Perdanakusuma 2018)

Dalam hal ini diberikan juga penyelesaian secara Zero-One(0/1) karena dalam pemilihan barang dari sejumlah barang yang ada sedemikian hingga jumlah barang yang diambil mempunyai nilai (profit) yang maksimal tetapi total beratnya tidak melebihi kapasitas knapsack (kendaraan) yang ada. Dan setiap barang yang ada tidak dapat dipecah atau dibagi lagi, atau barang tersebut hanya mempunyai kemungkinan diambil atau ditinggal(Rajak 2018)

Hasil penelitian yang diharapkan penelitian agar dapat dimanfaatkan oleh para stakeholder untuk mengoptimalkan pengiriman barang pada kendaraan sesuai dengan berat, volume dan provit barang, sehingga kapasitas muatan dapat optimal dalam rute yang telah ditentukan pada masing-masing pengiriman.

2. METODOLOGI



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

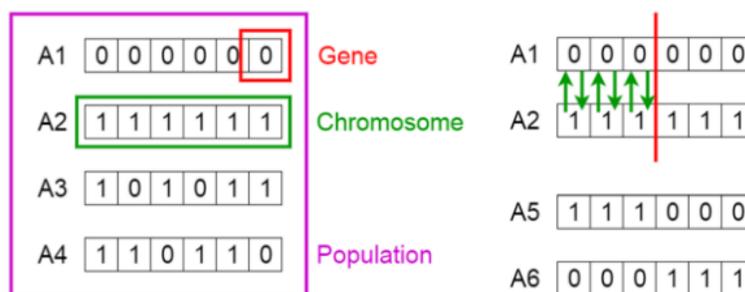
Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data, proses ini dibutuhkan sebagai masukan dalam menyelesaikan penelitian ini. Data diambil dari PT. BARAKA SARANA TAMA Daerah operasi Legundi Gresik. Metode pengambilan data dilakukan dengan permohonan kepada perusahaan yang ditunjukkan kepada kepala gudang BST Legundi.

Pengumpulan data bertujuan untuk mengidentifikasi atribut dan kriteria yang sesuai untuk menentukan spesifikasi dari pengiriman barang yang tersedia. Daftar atribut yang telah diperoleh dari pengumpulan data yaitu spesifikasi pengiriman barang berdasarkan berat barang, volume barang serta provit barang akan dijadikan informasi pengiriman barang yang nantinya akan digunakan sebagai isi gen dalam penelitian.

2.2. Algoritma Genetika

Genetic Algorithm (GA) atau algoritma genetika merupakan algoritma yang memanfaatkan proses seleksi alamiah dengan pendekatan ilmu biologi yang dikenal dengan proses evolusi, metode ini digunakan untuk menentukan solusi yang tepat dalam permasalahan optimasi dari satu variable atau multi variable (Ismayanto, Djamal, and Komarudin 2015). Tujuan awalnya adalah untuk mempelajari secara formal fenomena adaptasi seperti yang terjadi di alam dan untuk mengembangkan cara-cara dimana mekanisme adaptasi alami dapat diimpor kedalam sistem komputasi (Mitchell 2020). Algoritma genetika efektif dalam memecahkan masalah yang sulit dan kompleks untuk ruang yang besar (Ismayanto, Djamal, and Komarudin 2015) (Mohammed et al. 2017).

Algoritma genetika merupakan metode komputasi yang digunakan untuk memilih solusi yang sesuai kriteria tanpa harus mencoba keseluruhan kemungkinan Langkah yang dapat dilakukan (Wage Rizal Solichin*, Esmeralda Contesa Djamal 2015). Karakteristik algoritma genetika dalam mencari solusi optimal dengan teknik pencarian secara heuristic yang menggambarkan efisiensi dalam proses pencarian berdasarkan pada gagasan evolusi seleksi dan genetika (Purwanto, Djamal, and Komarudin 2016). Dalam proses evolusi tersebut, setiap individu secara berkelanjutan mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungannya, hanya individu kuat yang akan mampu bertahan dalam evolusi. Pada Gambar 2. menjelaskan Gambaran umum Algoritma Genetika.



Gambar 2. Gambaran umum algoritma genetika

(sumber : towardsdatascience.com/introduction-to-genetic-algorithms,ju18,2017)

2.3. Knapsack Problem

Kasus yang akan dipecahkan disini dimisalkan terdapat n objek dengan masing-masing objeknya dikatakan sebagai $(x_i ; i = 1, 2, 3, \dots, n)$ yang masing-masing objek tersebut mempunyai berat (w_i) . Setiap objek tersenut masing-masing memiliki nilai profit (P_i) yang berbeda-beda. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana objek-objek tersebut dapat dimuat atau dimasukkan kedalam kendaraan (knapsack) yang mempunyai kapasitas maksimum sebesar W sehingga timbul permasalahan sebagai berikut

1. Bagaimana menentukan atau memilih beberapa objek yang akan dimuat dari n objek yang ada sedemikian sehingga nilai kumulatif objek yang termuat dalam kendaraan itu jumlahnya maksimum sesuai dengan kapasitas kendaraan $(\leq W)$?
2. Jika semua objek yang harus dimuat kedalam kendaraan, maka berapa dari setiap objek yang ada dapat dimuat ke dalam kendaraan sedemikian sehingga nilai kumulatifnya maksimum dan sesuai dengan kapasitas kendaraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perolehan Data

Sebelum melanjutkan ke tahap Proses GA, diperlukanya pengumpulan dataset sebagai objek untuk untuk mengekstrak informasi. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengiriman

barang di PT. Baraka Sarana Tama dari bulan Januari hingga bulan April 2022 yang terdiri dari 2000 record data, serta 50 atribut data.

3.2. Pengkodean

Tahap pertama dalam pra proses algoritma genetika yaitu pengkodean isi gen, Teknik pengkodean digunakan untuk menyatakan populasi awal sebagai calon solusi dari suatu masalah ke dalam sebuah kromosom. Berikut pengkodean isi gen berdasarkan atribut-atribut yang mendukung dalam penelitian ini. Seperti yang terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Barang dan Atribut-atribut

No. Pesanan	Nama Barang	Status Pembatalan	Berat	Volume	Profit	Waktu Tanggal Pengiriman
JKT2201030001	LGD2201030001		20	0,313	Rp.230.000	04/01/2022 15.20
BDG22020400012	LGD2201030002		20	0,563	Rp.390.000	06/01/2022 08.00
...
PWK22040700023	LGD2201030003		20	0,188	Rp.200.000	10/02/2022 20.10

3.3. Populasi Awal

Tabel 2. Populasi Awal

Kromosom Ke-	Bentuk representasi
K1	1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0
K2	1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
...	1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0
K12	0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0

3.4. Seleksi

Dalam perkawinan silang 1-titik, 1 titik dipilih secara acak sebagai titik perkawinan silang dengan probabilitas crossover 0.8. Gen-gen dari kedua orang tua kemudian diberikan ke keturunannya. Perkawinan silang 1-titik akan menghasilkan 2 offspring. Contoh perkawinan silang 1-titik dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Induk	Tabel 3. Perhitungan Seleksi	Anak
1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0	>	1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1
1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0	>	1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0

3.5. Mutasi

Mutasi dilakukan untuk menghindari terjadinya konvergensi dini. Jenis mutasi yang dilakukan adalah dengan cara mengubah bit 1 menjadi 0 atau sebaliknya 0 menjadi 1. Karena untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutasi P_m yang ditentukan maka nilai gen tersebut diubah menjadi nilai kebalikannya. Biasanya P_m diset sebagai $1/n$, dimana n adalah jumlah gen dalam kromosom. Dengan P_m sebesar ini berartimutasi hanya terjadi pada sekitar satu gen saja. Dan untuk probabilitas mutasi 0.4. Berdasarkan mutasi tersebut maka dalam implementasi program akan digunakan inversi 4 titik dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Perhitungan Mutasi

Induk	>	Anak
1101001001010011000001		1001001001110010000101

3.6. Perhentian Generasi

Pengertian Generasi digunakan untuk menyatakan berhentinya proses dalam algoritma genetika. Penghentian generasi yang dilakukan yaitu : jika telah menghasilkan nilai Fitness yang tetap (konvergen) atau tidak menghasilkan individu yang terbaik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengujian langsung pada sistem optimalisasi pengiriman barang dengan menggunakan data pengiriman barang yang telah tersedia pada sistem. Pengujian sistem optimalisasi pengiriman barang ini dilakukan sebanyak 15 kali dalam beberapa tahap, jumlah barang yang dimasukkan dalam pengujian sebanyak tiga kali berdasarkan generasi yang ditentukan mulai dari 50, 100, 250, 500, 1000 generasi, masing-masing dari jumlah barang yang dimasukkan akan diuji terhadap jumlah generasi yang telah ditentukan. Sehingga menghasilkan optimal berdasarkan jumlah barang yang dimasukkan. Proses generasi dinyatakan berhenti ketika telah mencapai batas maksimum generasi atau nilai kecocokan yang tidak mengalami perubahan (konvergen). Nilai fitness yang terpilih dari setiap generasi merepresentasikan barang manah yang mempunyai profit yang tinggi berdasarkan barang yang dimasukkan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Perbandingan dan Pengujian

Test	Input Jumlah Barang			Fitness Terpilih		
	Berat	Volume	Generasi	Berat	Volume	Profit
1.	1000	100	50	363kg	38.331m ³	Rp.41,591,000
			100	999kg	81.817m ³	Rp.72,509,000
			250	1000kg	87.782m ³	Rp.83,993,000
			500	1000kg	75.130m ³	Rp.100,609,000
			1000	1000kg	75.130m ³	Rp.100,609,000
2.	2000	200	50	388kg	25.669m ³	Rp.29,167,000
			100	974kg	77.797m ³	Rp.63,872,000
			250	2000kg	173.662m ³	Rp.124,201,000
			500	2000kg	187.925m ³	Rp.122,610,000
			1000	2000kg	175.268m ³	Rp.77,685,000
3.	3000	300	50	363kg	38.331m ³	Rp.41,591,000
			100	790kg	58.538m ³	Rp.22,668,000
			250	1045kg	77.538m ³	Rp.91,976,000
			500	2408kg	212.980m ³	Rp.142,857,000
			1000	3000kg	299.980m ³	Rp.165,237,000

5. KESIMPULAN

Penelitian ini telah membangun sistem optimalisasi pengiriman barang menggunakan algoritma genetika. Hasil dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi pengiriman barang yang harus dikirimkan terlebih dahulu berdasarkan berat, volume dan profit untuk barang pada masing-masing barang.

Beberapa faktor mempengaruhi pengoptimalisasian dari pengiriman barang, dari jumlah berat, volume dan seberapa banyak generasi yang dilakukan. Pada penelitian ini melakukan pengujian sebanyak 15 kali dengan simulasi berat dan volume 1000kg, 100m³, 2000kg, 200m³, 3000kg, 300m³ dengan masing masing generasi yang dilakukan sebanyak 5 kali yaitu 50, 100, 250, 500 dan 1000. Pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil yang bervariasi, namun dapat diambil kesimpulan bahwa

untuk mendapatkan profit yang maksimal pada setiap maksimal berat dan volume yang dibawa perlu menggunakan generasi yang lebih besar. Pengujian menggunakan maksimal berat dan volume yang dibawa adalah 3000kg dan 300m³, ini mendapatkan hasil yang paling besar dalam mendapatkan profit yaitu sebanyak Rp.165,237,000 dengan maksimal berat yang dibawa yaitu 3000kg dan volume 299.980m³. akan tetapi perlu diperhatikan jika melakukan optimalisasi pengiriman barang menggunakan dengan algoritma genetika, jika menggunakan generasi yang semakin besar, maka akan memakan waktu komputasi yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayatullah, Daniel Pradipta, Retno Indah Rokhmawati, and Andi Reza Perdanakusuma. 2018. "Analisis Pemetaan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K-Means Dan LRFM Model Untuk Mendukung Strategi Pengelolaan Pelanggan (Studi Pada Maninjau Center Kota Malang)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 2 (8): 2406–15.
- Iriany, Ryan, Agus Wahyu Widodo, and Wayan Firdaus Mahmudy. 2017. "Pemanfaatan Algoritma Genetika Untuk Optimasi 0 / 1 Multi-Dimensional Knapsack Problem Dalam Pendistribusian Produk (Studi Kasus UD . TOSA)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya* 1 (4): 257–69.
- Ismayanto, Eko, Esmeralda C Djamal, and Agus Komarudin. 2015. "Optimalisasi Penempatan Barang Dalam Ruang 3 (Tiga) Dimensi Menggunakan Algoritma Genetika" 3.
- Mitchell, Melanie. 2020. "An Introduction to Genetic Algorithms." *An Introduction to Genetic Algorithms* 24 (October): 293–315. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3927.001.0001>.
- Mohammed, Mazin Abed, Mohd Khanapi Abd Ghani, Raed Ibraheem Hamed, Salama A. Mostafa, Mohd Sharifuddin Ahmad, and Dheyaa Ahmed Ibrahim. 2017. "Solving Vehicle Routing Problem by Using Improved Genetic Algorithm for Optimal Solution." *Journal of Computational Science* 21: 255–62. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.04.003>.
- Purwanto, Farid, Esmeralda C Djamal, and Agus Komarudin. 2016. "Optimalisasi Penempatan Halte Trans Metro Bandung Menggunakan Algoritma Genetika." *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi)*, 36–38.
- Rajak, S. 2018. "Optimasi Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Algoritma Genetika." [https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/6570%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/6570/Tesis pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/6570%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/6570/Tesis%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Sunarwan, Bambang, and Riyadi Juhana. 2018. "PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA PADA KNAPSACK PROBLEM Studi Kasus : Optimasi Pemilihan Buah Kemasan Kotak 1) Bambang Sunarwan 2) Riyadi Juhana Abstrak." *Jurnal Teknologi| Jurnal ...*, 9–14. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/keteknikan/article/view/858>.
- Wage Rizal Solichin*, Esmeralda Contesa Djamal, Rezki Yuniarti. 2015. "Optimalisasi Aksi Non Player Character Pada Game Kartu Remi Menggunakan Algoritma Genetika." *Jl. Terusan Sudirman, Cimahi 40513.*, 132–37.