

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini membahas mengenai pustaka yang terkait. Tinjauan pustaka tersebut diambil dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Tinjauan pustaka tersebut akan menjadi pendukung dalam penelitian “judul”. Pada bab ini juga membahas tentang Algoritme yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

2.1 Kajian Pustaka

Penulis menemukan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan relevan dengan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan. Terdapat juga beberapa penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian permasalahan yang diangkat, dari segi algoritme dan objek masalah yang ada. Tabel 2.1 akan menjelaskan tentang isi dari beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.1 Tabel Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input	Metode	Hasil (<i>Output</i>)
1	Penerapan Algoritme Genetika pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner (Widodo, AW & Mahmudy, WF 2010)	<ul style="list-style-type: none">- Data jarak dan waktu terbaik- Maks generasi- Ukuran populasi- Jumlah generasi- <i>Crossover rate</i>- <i>Mutation rate</i>- Panjang kromosom	Algoritme Genetika dengan M-TSP	Rute terpendek untuk menentukan tempat wisata kuliner berdasarkan jarak dan waktu
2	A New Multiple Traveling <i>Salesman</i> Problem and its Genetic Algorithm-based Solution (Li, J , Sun, Q , Zoue , MC dan Dai, X 2013)	<ul style="list-style-type: none">- Jumlah kota- Nama kota- Jarak kota- Banyaknya pedagang	Multiple Traveling <i>Salesman</i> Problem	Menghasilkan rute kota terbaik yang akan dikunjungi oleh <i>sales</i>

3	MILP for Synchronized-mTSPTW: application to HealthCare Scheduling (Masmoudi, M dan Mellouli, R 2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Waktu kunjung - Waktu tempuh - Tempat yang dikunjungi 	Multiple Traveling <i>Salesman</i> Problem Time Window	Menghasilkan sebuah rute kunjungan pelayanan kesehatan
4	Analisis Optimasi <i>Multiple Travelling Salesman Problem Time Window</i> Pada Algoritme Genetika Terhadap Pemilihan Rute Pengiriman Barang <i>J&T Express</i> Surabaya	<ul style="list-style-type: none"> - Bobot - Jumlah kota - Nama kota - Jarak kota - Banyaknya <i>sales</i> 	M-TSPTW Algoritme Genetika	Mengetahui jenis proses reproduksi terbaik pada algoritme genetika

Travelling Salesman Problem (TSP) digunakan untuk mencari rute dengan biaya paling murah. Karena pada sistem rekomendasi wisata kuliner terdapat dua obyektif/tujuan, yaitu optimalisasi jarak dan kesesuaian waktu, maka dapat dibuat dua nilai *fitness* yaitu *fitness1* dan *fitness2*. Sehingga dari kedua *fitness* menghasilkan menghasilkan rute dan jadwal kunjungan wisata dalam waktu tercepat (Widodo & Mahmudy, 2010).

Multiple Travelling Salesman Problem (M-TSP) pada Algoritme Genetika digunakan untuk mencari rute untuk kunjungan pada beberapa kota, juga dapat digabungkan dengan *Time Window*. *Time Window* tersebut menggunakan waktu kunjungan serta waktu tempuh untuk mengunjungi tempat tersebut, hal ini digunakan untuk mencari nilai *fitness* berdasarkan waktu. (Masmoudi & Mellouli, 2014).

2.2 Pengiriman Barang

Pengiriman barang merupakan proses penting dalam suatu usaha. Kegiatan pengiriman barang yang baik sangat berpengaruh pada suatu usaha karena proses kegiatan usaha akan lebih efisien. Pengiriman barang merupakan kegiatan yang menyalurkan barang atau produk maupun jasa kepada konsumen secara menyeluruh dan merata. Proses pengiriman barang merupakan perantara yang menghubungkan transaksi kegiatan usaha maupun jasa agar dapat sampai ke

tangan konsumen dengan aman. Pada proses pengiriman barang membutuhkan ketepatan tempat tujuan serta kecepatan waktu tempuh perjalanan.

Pemindahan suatu barang dari satu tempat ke tempat lain dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu jarak tempuh yang jauh serta kapasitas kendaraan yang digunakan pada proses pengiriman, karena dapat berdampak pada biaya operasional dan waktu pengiriman barang. Strategi yang baik dalam proses pengiriman dapat berpengaruh pada kepuasan konsumen, sehingga membutuhkan kecepatan waktu pengiriman. Waktu pengiriman yang cepat sangat bermanfaat pada perusahaan maupun usaha bidang jasa yang melakukan pengiriman barang karena dapat mencapai sasaran tujuan yang diharapkan.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proses pengiriman barang yaitu:

1. Proses pengangkutan barang dari gudang ke transportasi yang lama
2. Jarak yang di tempuh jauh dan berbeda-beda
3. Kemacetan jalan raya

2.3 Algoritme Genetika

Pada pencarian solusi suatu masalah terkadang dibutuhkan formulasi matematika yang kompleks untuk memberikan solusi yang pasti. Solusi optimum mungkin dapat diperoleh tetapi memerlukan proses perhitungan yang panjang dan tidak praktis. Untuk mengatasi kasus khusus seperti di atas dapat digunakan metode heuristik, yaitu suatu metode pencarian yang didasarkan atas intuisi atau aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada solusi yang telah dicapai sebelumnya (Widodo & Mahmudy, 2010). Metode heuristik tidak selalu menghasilkan solusi terbaik tetapi jika dirancang dengan baik akan menghasilkan solusi yang mendekati optimum dalam waktu yang cepat. Algoritme genetika adalah salah satu cabang *evolutionary algorithms*, yaitu suatu teknik optimasi yang didasarkan pada genetika alami. Dalam Algoritme genetika untuk menghasilkan suatu solusi optimal, proses pencarian dilakukan di antara sejumlah alternatif titik optimal berdasarkan fungsi probabilistik.

Apabila dibandingkan dengan prosedur pencarian dan optimasi biasa, Algoritme genetika berbeda dalam beberapa hal sebagai berikut:

- a. Manipulasi dilakukan terhadap kode dari himpunan parameter, tidak secara langsung terhadap parameternya sendiri.
- b. Proses pencarian tidak dilakukan hanya dari satu titik saja, tetapi dalam satu populasi pencarian dilakukan melalui beberapa titik.
- c. Proses pencarian menggunakan informasi dari fungsi tujuan.
- d. Pada proses pencarian tidak menggunakan aturan deterministik melainkan menggunakan aturan *stochastic operators* yang memiliki sifat probabilistik.

Masalah utama pada Algoritme genetika adalah bagaimana memetakan satu masalah menjadi satu string kromosom. Langkah-langkah penyelesaian masalah menggunakan algoritme genetika adalah sebagai berikut:

1. Proses pertama dengan pembuatan himpunan solusi baru (*initialization*) yang terdiri atas sejumlah string kromosom dan ditempatkan pada penampungan populasi.
2. Kemudian dilakukan proses reproduksi dengan memilih individu-individu yang akan dikembangbiakkan. Penggunaan operator-operator genetik seperti pindah silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*) terhadap individu-individu yang terpilih dalam penampungan individu akan menghasilkan keturunan atau generasi baru (evaluasi).
3. Setelah proses evaluasi untuk perbaikan populasi, maka generasi-generasi baru ini dilakukan seleksi sehingga dapat menggantikan himpunan populasi asal. Siklus ini akan berlangsung berulang kali sampai tidak dihasilkan perbaikan keturunan, atau sampai kriteria optimum ditemukan.

Penggunaan algoritme adalah untuk membantu penyelesaian dalam sebuah masalah. Setiap algoritme memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, algoritme genetika termasuk dalam salah satunya. Berikut kelebihan algoritme genetika (Mahmudy, 2015):

1. Algoritme genetika memungkinkan dalam penggunaan optimasi masalah yang kompleks dan dalam ruang pencarian yang luas. Algoritme genetika juga memungkinkan untuk mendapatkan solusi maksimum yang melebihi hasil optimum lokal (Gen & Cheng, 1997).
2. Proses algoritme genetika dapat dilakukan secara paralel pada sejumlah komputer dengan menempatkan individu pada beberapa sub-populasi, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih sedikit (Mahmudy, 2009).
3. Algoritme genetika dapat menyelesaikan masalah dengan berbagai macam data. Data tersebut dapat berupa diskrit atau kontinyu (Haupt & Haupt, 2004).
4. Algoritme genetika memiliki sifat *ergodic*, yaitu solusi yang didapatkan dari sembarang solusi dengan hanya menggunakan beberapa langkah, sehingga saat pencarian pada daerah yang sangat luas dapat dilakukan lebih cepat dan mudah (Marian, 2003).

Selain memiliki berbagai macam kelebihan, algoritme genetika juga memiliki kekurangan, berikut penjelasannya (Mahmudy, 2015):

1. Algoritme genetika menentukan nilai parameter dengan melakukan proses pengujian, supaya solusi yang dihasilkan mencapai nilai maksimum.
2. Algoritme genetika tidak selalu menghasilkan solusi yang maksimum, tetapi dapat menghasilkan solusi yang mendekati optimum jika dirancang dengan baik.
3. Algoritme genetika memiliki sifat *stochastic optimization*, yaitu menggunakan bilangan acak dalam proses pencarian sehingga dapat menghasilkan solusi yang berbeda dalam proses eksekusi masalah yang sama.

Algoritme genetika merupakan algoritme yang cukup populer dalam menyelesaikan sebuah masalah yang kompleks, sehingga mampu berkembang pesat seiring perkembangan teknologi informasi. Algoritme genetika dengan dasar fungsi probabilitas mampu menyelesaikan masalah sehingga menghasilkan solusi

yang mendekati optimum. Kemampuan algoritme genetika dapat digunakan untuk berbagai macam kasus, salah satunya pada proses untuk mencari jarak terpendek dari suatu tempat asal ke tempat tujuan yang disebut *travelling salesman problem* (TSP). Proses pencarian jarak paling minimum pada suatu kasus dapat lebih cepat jika dilakukan dengan beberapa *sales* yang memiliki perbedaan titik pengiriman pada setiap *sales* yang biasa disebut dengan *Multiple Travelling Salesman Problem* (M-TSP). Setiap *sales* yang melakukan perjalanan menuju tempat tujuan memiliki titik yang berbeda satu dengan lainnya, maka *sales* satu dengan yang lain tidak mendapatkan titik yang sama. Perbedaan tersebut juga memperhatikan waktu tempuh yang dilalui beberapa *sales* karena tempat tujuan memiliki alamat yang berbeda, kasus ini biasa disebut dengan *Multiple Travelling Salesman Problem Time Window* (M-TSPTW).

2.3.1 Siklus Algoritme Genetika

2.3.1.1 Representasi Kromosom

Representasi kromosom merupakan suatu teknik representasi atau proses dalam pemberian simbol maupun kode yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang sebenarnya. Pada proses ini dilakukan sebuah representasi kandidat untuk menyelesaikan masalah yang biasa disebut dengan kromosom. Proses ini merupakan kunci pokok pada proses penggunaan algoritme genetika, karena pada proses ini terdapat calon solusi yang dinyatakan pada sebuah kromosom dari sebuah masalah.

Pada setiap kromosom terdapat beberapa jenis simbol yang menjelaskan nilai pada sebuah gen. Representasi kromosom untuk menyelesaikan masalah pencarian rute yang paling optimum dapat menggunakan metode representasi permutasi. Metode representasi permutasi dapat digunakan dalam berbagai macam jenis masalah, yaitu yang berhubungan dengan cara untuk mengurutkan data atau untuk masalah dalam pengurutan tugas. Pada representasi permutasi, calon solusi pada setiap kromosom berupa urutan dari barisan angka. Contoh dari representasi permutasi diuraikan pada Gambar 2.1.

Segmen 1								Segmen 2			
2	5	10	8	3	6	4	9	7	1	4	6

Gambar 2.1 Contoh Representasi Kromosom Permutasi

Pada contoh telah dijelaskan bahwa representasi permutasi adalah sebuah urutan angka, dimana pada masalah TSP baris angka merupakan sebuah urutan dari rute yang akan dikunjungi *sales*.

2.3.1.2 Inisialisasi Populasi

Inisialisasi populasi merupakan tahap selanjutnya pada metode algoritme genetika. Pada tahap ini, terjadi pembentukan kromosom awal. Inisialisasi populasi membentuk sebuah populasi awal yang terdapat individu-individu sesuai dengan masukan dari pengguna. Terbentuknya inisialisasi populasi dengan cara acak dan harus memperhatikan kendala yang terjadi pada permasalahan dan domain solusi (Arifudin, 2012).

Terdapat beberapa cara untuk menginisialisasi populasi yaitu dengan cara menyertakan nilai setiap gen pada saat pembangkitan bilangan acak (*random generator*). Cara pendekatan tertentu, yaitu dengan memasukkan nilai tertentu pada sebuah gen saat terjadi pembentukan populasi awal. Cara permutasi gen, yaitu dengan melakukan pembangkitan populasi dengan cara mengurutkan data. Contoh dari inisialisasi populasi dijelaskan pada Gambar 2.2.

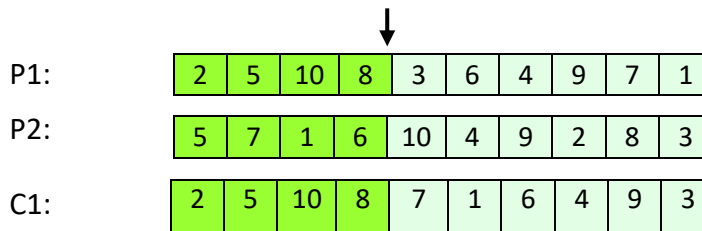
Segmen 1					Segmen 2						
2	5	10	8	3	6	4	9	7	1	4	6
5	7	1	6	10	4	9	2	8	3	5	5
1	5	3	9	6	10	7	2	4	8	6	4

Gambar 2.2 Contoh Inisialisasi Populasi

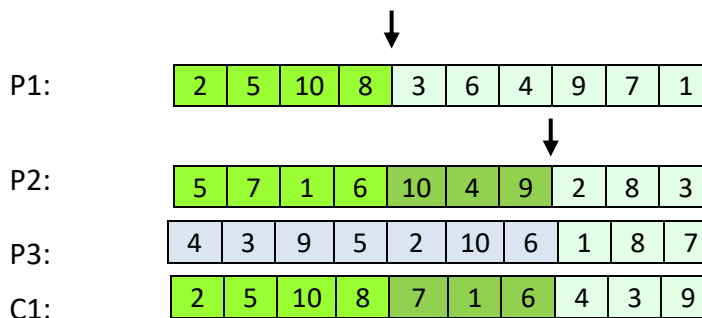
2.3.1.3 Reproduksi

Pada proses reproduksi terdapat dua operator genetika yang digunakan yaitu dengan melakukan proses *crossover* (persilangan) dan proses mutasi (perpindahan). Reproduksi bertujuan untuk mendapatkan individu-individu baru atau keturunan dari individu yang lama dalam sebuah populasi (Mahmudy, 2015). Hasil dari proses reproduksi ditempatkan dalam sebuah penampungan yang biasa disebut dengan *offspring*.

Proses *crossover* merupakan sebuah proses persilangan atau kawin silang antar dua induk kromosom. Hasil dari proses ini adalah terbentuknya kromosom baru (*offspring*) dari dua kromosom yang dipilih secara acak (Haupt & Haupt, 2004). Tujuan dari *crossover* adalah untuk memperbanyak dan memperbarui keaneragaman dari *string* kromosom.



Gambar 2.3 Contoh Crossover One Cut Point

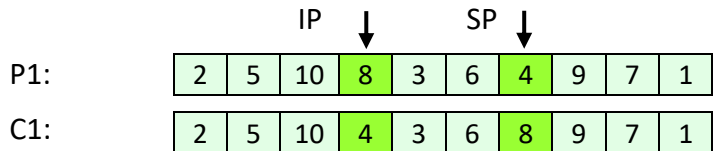


Gambar 2.4 Contoh Crossover Two Cut Point

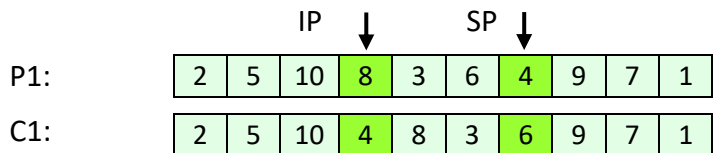
Pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 merupakan contoh dari metode *crossover one cut point* dan *crossover two cut point*. Pada metode ini proses penentuan titik dilakukan secara acak. Selanjutnya setelah melakukan penentuan

titik potong, langkah berikutnya adalah menukarkan gen dari sisi kanan titik potong pada kedua kromosom sehingga mendapatkan anak (*child*).

Proses mutasi merupakan sebuah proses yang mengubah atau memindahkan nilai pada satu gen dengan satu gen lainnya secara acak sehingga dapat menghasilkan kromosom baru. Hasil yang diperoleh dari proses mutasi adalah sebuah kromosom baru (*offspring*). Tujuan dari mutasi adalah untuk memperbarui dan menambah kromosom yang sebelumnya telah ada pada populasi awal, proses ini dilakukan karena terkadang adanya individu yang hilang pada saat seleksi.



Gambar 2.5 Contoh Exchange mutation



Gambar 2.6 Contoh Insertion mutation

Pada Gambar 2.4 merupakan contoh dari metode *insertion mutation* dan *exchange mutation* yaitu merupakan proses yang menentukan satu individu untuk proses pemindahan gen. Sistem kerja metode ini adalah dengan pemilihan satu posisi (*selection point*) yang dilakukan secara acak, kemudian dilakukan dengan mengambil dan menyisipkan nilai pada posisi lainnya (*insertion point*) secara acak. Hasil dari proses mutasi ini adalah sebuah kromosom baru dengan urutan nilai yang berbeda dengan nilai induk yang awal.

2.3.1.4 Evaluasi

Proses evaluasi adalah tahap dari algoritme genetika untuk proses penampungan dan penggabungan semua individu, yaitu individu awal dan individu baru (*child*). Penggabungan individu ditampung pada sebuah satu populasi.

2.3.1.5 Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* merupakan nilai yang digunakan sebagai acuan calon solusi dari suatu masalah pada algoritme genetika. Setelah proses evaluasi yaitu penggabungan semua individu, maka dilakukan proses selanjutnya yaitu perhitungan nilai *fitness* untuk setiap individu. Nilai *fitness* berfungsi untuk mencari calon solusi yang tertinggi atau paling baik pada sebuah populasi.

2.3.1.6 Seleksi

Tahap selanjutnya setelah proses perhitungan setiap individu pada evaluasi adalah proses *sorting* atau proses meyeleksi dan memilih individu dengan nilai *fitness* terbaik atau solusi yang mendekati optimum (Mahmudy, 2015).

Seleksi bertujuan untuk memudahkan proses penyisihan atau pemilihan solusi pada sebuah populasi dengan banyak *popSize* yang telah ditentukan. Metode yang digunakan ada beberapa macam, salah satunya yaitu menggunakan *elitism selection*. Metode *elitism selection* dilakukan dengan cara mengurutkan nilai *fitness* dari yang tertinggi hingga terendah, karena individu yang memiliki nilai *fitness* tertinggi dapat memiliki kesempatan untuk menjadi harapan solusi yang mendekati optimum (Mahmudy, 2015).

2.4 Multiple Traveling Salesman Problem Time Window (MTSP-TW)

Pemilihan rute terpendek untuk pengiriman suatu barang adalah salah satu hal yang dapat membantu proses distribusi pada sebuah perusahaan. Pencarian rute dengan tujuan mendapatkan jarak paling pendek biasa disebut dengan *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP merupakan sebuah permasalahan dalam mengunjungi n tempat dalam sekali perjalanan oleh seorang *sales* dan berakhir pada tempat asal (Suprayogi & Mahmudy, 2015). Dalam menunjang kinerja perusahaan, salah satu usaha perusahaan adalah dengan menggunakan *salesman* lebih dari satu pada proses pengiriman suatu barang. Sehingga dibutuhkan sebuah penyelesaian yang efektif untuk masalah yang kompleks. Salah satu pendekatan dalam penyelesaian masalah pemilihan rute terpendek adalah dengan *Multiple Travelling Salesman Problem* (MTSP), karena pada proses pengiriman barang yang *sales* terlibat lebih dari satu. Metode yang dapat menyelesaikan masalah MTSP ada beberapa macam, salah satunya adalah algoritme genetika karena merupakan metode heuristik yang dapat memberikan solusi solusi terbaru yang lebih baik dari solusi sebelumnya (Sari & Mahmudy, 2015)

MTSP-TW (*Multiple Travelling Salesman Problem Time Window*) adalah sebuah pengembangan dari TSP dan MTSP yang digabungkan dengan *Time Window*. TSP adalah metode yang memiliki satu *sales* dimana *sales* harus mengunjungi tiap daerah tujuan tepat satu kali dan kemudian kembali ke tempat awal dan MTSP adalah proses kunjungan pengiriman barang yang dilakukan dengan melibatkan lebih dari satu *sales*. Sedangkan *Time Window* adalah permasalahan dimana setiap daerah yang dikunjungi memiliki kendala terhadap waktu (Widodo & Mahmudy, 2010). Jadi dapat disimpulkan bahwa MTSP-TW adalah sebuah permasalahan dimana terdapat lebih dari satu *sales* yang harus mengunjungi beberapa tempat secara berurutan dengan kendala berupa waktu (Li, et al., 2013).

Sehingga dengan definisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa permasalahan MTSP-TW memiliki beberapa aturan, sebagai berikut:

1. *Sales* yang ada lebih dari satu *sales*.
2. Setiap *sales* harus mengunjungi setiap daerah tepat satu kali, tidak boleh kurang atau lebih. Dan masing-masing *sales* tidak boleh mengunjungi daerah yang sama.
3. Semua daerah harus dikunjungi dalam satu kali kunjungan atau perjalanan.

4. Terdapat sebuah permasalahan waktu, misalnya waktu lama kunjungan, waktu tempuh antar daerah, dan lain sebagainya.
5. Kunjungan atau perjalanan memiliki rute yang diawali dan diakhiri pada daerah yang sama.

Permasalahan pengiriman barang dapat termasuk pada beberapa jenis masalah karena tergantung pada tujuan permasalahan. Proses pengiriman barang tidak hanya memutuskan rute dengan jarak paling pendek, melainkan dengan memperhatikan waktu perjalanan yang harus dipertimbangkan. Oleh sebab itu, permasalahan MTSP dimana pengiriman barang yang dilakukan lebih dari satu *sales* dilakukan pengembangan dengan melibatkan lebih dari satu variabel atau dapat disebut dengan MTSP-TW yaitu pemilihan rute dengan jarak terpendek dengan pertimbangan waktu total kunjungan yang ditempuh (Suprayogi & Mahmudy, 2015). Pada masalah pencarian rute yang optimum pada pengiriman barang, penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah dengan membandingkan MTSP dengan MTSP-TW agar mendapatkan rute terpendek yang menjadi solusi optimum.