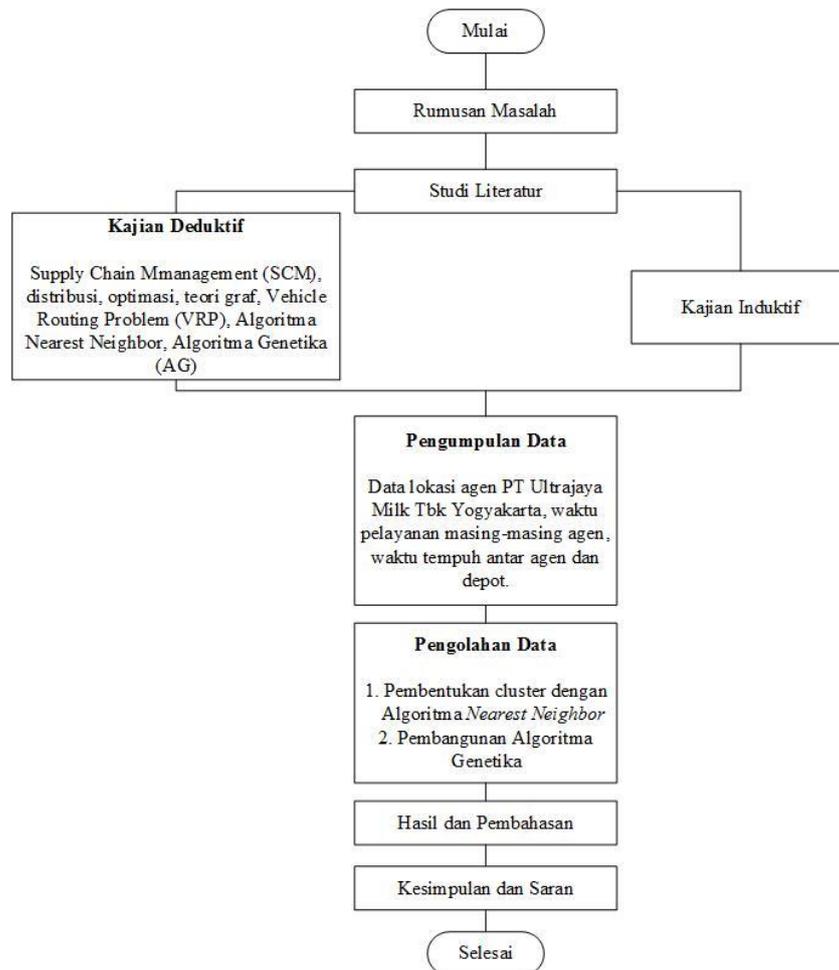


BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai alur penelitian yang disajikan pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.1 Identifikasi Permasalahan

Permasalahan optimasi sering terjadi pada suatu perusahaan terutama dalam *supply chain management* (SCM) yang diterapkan. Peneliti melakukan indentifikasi pada salah satu industri yaitu PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta yang merupakan salah satu pusat pemasaran produk Ultrajaya di area Yogyakarta dan sekitarnya. PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta ditugaskan untuk mendistribusikan produk kepada pelanggan area Yoyakarta dan sekitarnya dengan waktu keberangkatan (pendistribusian) pada pukul 08:00 WIB dan kembali pada pukul 16:00 WIB. Akan tetapi, ditemukan beberapa kendaraan yang melewati batas waktu distribusi yang telah ditetapkan. Penelitan ini akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dalam proses distribusi produk menggunakan salah satu metode *heuristic* Algoritma Genetika (AG)

3.2 Rumusan Masalah

Tahap ini merupakan tahap penentuan rumusan masalah yang dijadikan sebagai tujuan penelitian dan menghasilkan penyelesaian permasalahan yang dapat dijadikan sebagai kesimpulan penelitian. Berdasarkan identifikasi permasalahan, penelitian ini akan membentuk rute pendistribusian usulan di PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta. Hasil rute usulan akan dbandingkan dengan rute awalan, sehingga penulis dapat memperoleh solusi optimal.

3.3 Studi Literatur

3.3.1 Kajian Deduktif

Kajian deduktif merupakan kumpulan dari kajian-kajian teoritis dari para ahli terkait dengan metode yang akan digunakan. Kajian deduktif pada penelitian ini meliputi *Supply Chain Management* (SCM), distribusi, optimasi, teori graf, *Vehicle Routing Problem* (VRP), Algoritma *Nearest Neighbor* (ANN) dan Algoritma Genetika (AG).

3.3.2 Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan kajian-kajian dari peneliti dahulu terkait dengan permasalahan maupun metode yang akan digunakan pada penelitian ini. Berdasarkan referensi tersebut, penulis dapat membandingkan perbedaan-perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Selain itu, kajian induktif juga digunakan dalam menghindari adanya tindakan plagiarisme maupun replikasi dalam suatu penelitian.

3.4 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua metode pengumpulan data yaitu sebagai berikut:

1. Data Historis

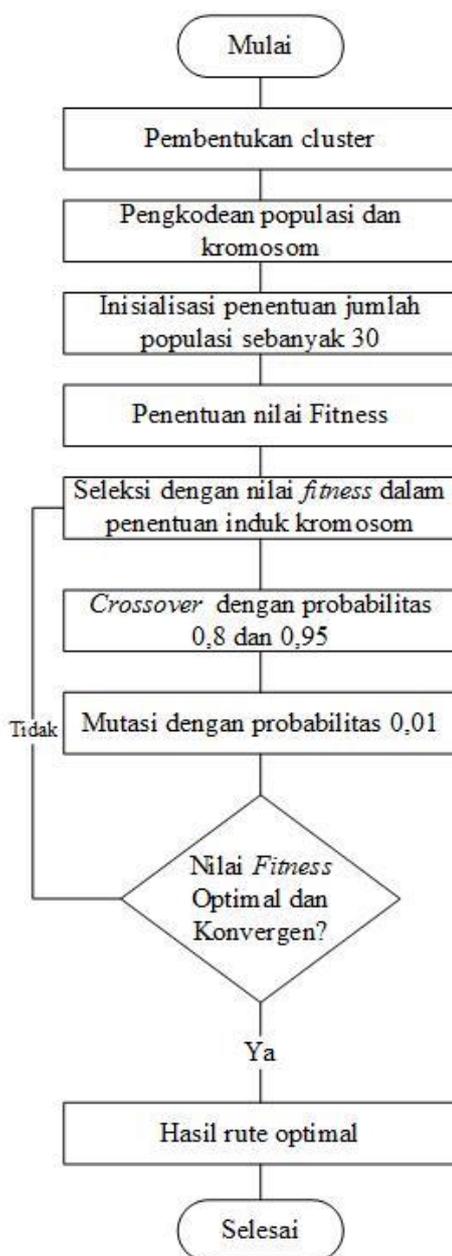
Dalam penentuan rute distribusi solusi, data yang diperlukan adalah data tiga kendaraan pada hari Selasa dan pelanggan yang dilayani di setiap kendaraan dalam cakupan area yang sama. Dalam penelitian ini, PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta sebagai depot, dan pelanggan yang akan dilayani sebagai agen. Variable input yang digunakan adalah lama waktu perjalanan dari pusat ke pelanggan maupun dari pelanggan satu ke pelanggan lainnya dengan bantuan aplikasi *Google Maps* dan variable input lainnya adalah data waktu pelayanan yang di tetapkan setiap pelanggan.

Penggunaan input waktu tempuh antar pelanggan menggunakan bantuan *Google Maps* dapat menentukan rute yang memiliki waktu tempuh antar agen tercepat dengan mempertimbangkan kondisi kemacetan jalan pada masing-masing rute. Menurut Sodikin (2014) kondisi kemacetan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan transportasi di Indonesia. Permasalahan kemacetan lalu lintas dapat menimbulkan kerugian seperti halnya pemborosan waktu, pemborosan

bahan bakar, rendahnya tingkat kenyamanan berkendara dan meningkatkan polusi udara (Tamin, 2000).

2. Kajian Literatur

Kajian literatur dilakukan dengan melakukan pencarian informasi mengenai permasalahan distribusi *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) dengan menggunakan metode AG. Pencarian informasi melalui buku, jurnal dan referensi ilmiah lainnya. Tahap selanjutnya adalah proses pengolahan data yang disajikan pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Proses Pengolahan Data

3.5 Pengolahan Data

Tahap berikutnya adalah pengolahan data dengan menggunakan *Algoritma Nearest Neighbor* dengan menggunakan *software Microsoft. Excel* untuk mengelompokkan pelanggan setiap kendaraan dan AG dengan menggunakan *software Microsoft. Excel GA Generator* untuk pencarian solusi optimal. Proses pengolahan data dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Pengelompokan pelanggan setiap kendaraan (*clustering*).

Proses pengelompokan pelanggan setiap kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode *Algoritma Nearest Neighbor*. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Langkah-langkah dalam metode *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut :

- a. Dimulai dari depot (PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta) yang menjadi pusat utama rute distribusi, kemudian dilanjutkan dengan pencarian lokasi agen yang memiliki waktu tempuh tercepat dari depot dengan memperhatikan batas waktu kerja depot.
- b. Lanjutkan pencarian lokasi agen dengan waktu tempuh tercepat dari lokasi agen yang telah terpilih sebelumnya.
- b. Apabila terdapat lokasi agen yang terpilih sebagai tujuan berikutnya, maka diulang kembali pada langkah kedua (b).
- c. Apabila tidak terdapat lokasi yang terpilih karena melebihi waktu kerja depot, maka diulang kembali seperti langkah pertama (a) dimulai dari depot dengan agen yang belum dikunjungi dengan waktu tempuh paling cepat.
- d. Apabila keseluruhan agen telah dikunjungi maka algoritma berakhir dan dapat dihentikan.

2. Pengolahan Algoritma Genetika (AG)

Kasus VRPTW pada PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta dinyatakan dalam suatu bentuk graf $G = (N,A)$. N merupakan himpunan yang terdiri dari kumpulan dari himpunan agen C dan depot. Himpunan C terdiri dari agen 1 (simpul 1) sampai dengan n . Sementara itu, depot dinyatakan

sebagai simpul 0 sebagai awalan dan $n+1$ sebagai depot akhir. Rute perjalanan yang digunakan selama perjalanan merupakan himpunan sisi berarah yang dinyatakan sebagai A (penghubung antar agen/simpul). Setiap kendaraan yang digunakan dalam pengantaran produk dinyatakan sebagai himpunan kendaraan dengan notasi V .

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan himpunan rute yang memiliki waktu tempuh tercepat dengan syarat masing-masing agen hanya dikunjungi satu kali yang berawal dari depot (simpul 0) dan diakhiri dengan depot (simpul $n+1$) serta dapat memenuhi kendala *time windows*. Notasi model matematis dalam permasalahan VRPTW diantaranya adalah sebagai berikut:

- V = kumpulan kendaraan
- C = kumpulan agen (*customer*)
- A = himpunan sisi berarah (agen awal dan agen berikutnya yang akan dikunjungi) $\{(i,j) \mid i,j \in N, i \neq j\}$
- N = himpunan simpul (himpunan dari kumpulan agen)
- t_{ij} = waktu tempuh dari agen i ke agen j (bilangan tak negatif)
- x_{ij} = kendaraan k dari agen i menuju agen j
- s_{ik} = waktu kendaraan k mulai melayani agen i
- $[a_i, b_i]$ = *time windows* dari agen i (bilangan tak negatif)
- $[a_0, b_0]$ = *time windows* depot (bilangan tak negatif)

Index yang digunakan dalam kasus VRPTW adalah

- i = indeks yang menyatakan depot awal, $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ($i \in C$)
- j = indeks yang menyatakan depot tujuan, $j = 1, 2, 3, \dots, N$
- k = indeks yang menyatakan kendaraan, $k = 1, 2, 3, \dots, N$

Dalam setiap $(i,j) \in A$, $i \neq n+1$, $j \neq 0$ dan setiap kendaraan k didefinisikan sebagai berikut:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 0, & \text{kendaraan } k \text{ tidak melakukan perjalanan dari titik } i \text{ ke titik } j \\ 1, & \text{kendaraan melakukan perjalanan dari titik } i \text{ ke titik } j \end{cases}$$

Formulasi matematis menurut Kallehauge et al. (2002) disajikan pada Persamaan 3.1 hingga Persamaan 3.8 sebagai berikut:

$$Z_{VRPTW} = \text{minimize} \sum_{k \in V} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} t_{ij} x_{ijk} \quad \dots(3.1)$$

Batasan:

$$\sum_{k \in V} \sum_{i \in N} x_{ijk} = 1 \quad \forall_i \in C \quad \dots(3.2)$$

$$\sum_{j \in N} x_{0jk} = 1 \quad \forall_k \in V \quad \dots(3.3)$$

$$\sum_{i \in N} x_{ihk} - \sum_{j \in N} x_{hjk} = 0 \quad \forall_h \in C, \forall_k \in V \quad \dots(3.4)$$

$$\sum_{i \in N} x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall_k \in V \quad \dots(3.5)$$

$$s_{ik} + t_{ij} - K(1 - x_{ijk}) \leq s_{jk} \quad \forall_{i,j} \in N, \forall_k \in V \quad \dots(3.6)$$

$$a_i \leq s_{ik} \leq b_i \quad \forall_i \in N, \forall_k \in V \quad \dots(3.7)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j} \in N, \forall_k \in V \quad \dots(3.8)$$

Berdasarkan fungsi turunan tersebut batasan-batasan yang ditentukan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Batasan (3.1) menyatakan bahwa tujuan dari model adalah untuk meminimasi waktu tempuh perjalanan.
2. Batasan (3.2) menyatakan setiap pelanggan yang akan dilayani hanya dikunjungi sebanyak satu kali.
3. Batasan (3.3) menyatakan setiap kendaraan berawal dari depot.
4. Batasan (3.4) menyatakan apabila kendaraan telah selesai mengunjungi satu pelanggan, maka kendaraan akan melanjutkan ke pelanggan selanjutnya.
5. Batasan (3.5) menyatakan setiap kendaraan akan berakhir di depot.
6. Batasan (3.6) menyatakan bahwa kendaraan k tidak diperbolehkan sampai di pelanggan j sebelum $s_{ik} + t_{ij}$ atau sebelum waktu perjalanan dari i ke j dan waktu dimulai pelayanan. Sedangkan K merupakan bilangan yang relative besar jika

$K(1 - x_{ijk})$ bernilai lebih besar maka rute pelanggan i ke j tidak akan ditempuh.

7. Batasan (3.7) menyatakan bahwa *time windows* dari masing-masing pelanggan terpenuhi.
8. Batasan (3.8) menyatakan bahwa x_{ij} bernilai biner. Kendaraan yang tidak melakukan pelayanan memiliki rute kosong 0, $n+1$.

Pada tahap ini, hasil *clustering* berdasarkan metode Algoritma *Nearest Neighbor* diolah dengan metode AG untuk mendapatkan rute solusi optimal. Pengolahan dilakukan sebanyak tiga kali sesuai dengan jumlah kendaraan yang berjumlah tiga. Adapun urutan tahap-tahap pengolahan AG adalah sebagai berikut:

1) Teknik Pengkodean

Hasil dari *clustering* dengan menggunakan *Algoritma Nearest Neighbor* menghasilkan anggota agen di setiap kendaraan. *Cluster* 1 dengan kendaraan 1, *cluster* 2 dengan kendaraan 2 dan *cluster* 3 dengan kendaraan 3. Masing-masing *cluster* akan ditransformasi ke dalam bentuk kromosom dimana masing-masing *gen* berisi bilangan *real* sesuai dengan jumlah dari agen yang dilayani oleh setiap kendaraan. Bilangan *real* 1 menunjukkan agen 1, bilangan *real* 2 menunjukkan agen 2 dan seterusnya hingga jumlah agen terakhir.

2) Inisialisasi

Pada tahap inisialisasi menghasilkan jumlah individu secara acak (*random*). Proses pembentukan populasi awal secara *random* sejumlah n -kromosom sesuai dengan permasalahan terkait dan penentuan jumlah generasi. Jumlah populasi awal yang digunakan sebanyak 30 dan jumlah generasi yang ditentukan sebanyak 1000 generasi.

3) Fungsi Evaluasi (Penentuan nilai *Fitness*)

Penentuan nilai *fitness* untuk dijadikan evaluasi dari masing-masing kromosom. Fungsi *fitness* pada penelitian ini dirumuskan pada fungsi 3.9 sebagai berikut.

$$fitness = \frac{1}{(fx)} \quad \dots(3.9)$$

Dimana : $fx = \Sigma(t_{ij}) + \Sigma(P)$

Keterangan :

t_{ij} = waktu tempuh dari agen i ke agen j

P = *penalty* dari agen i ke agen j

Penalty yang ditentukan dalam penelitian ini adalah ketika agen dilayani lebih dari *time windows* masing-masing agen, maka t_{ij} (waktu tempuh dari agen i ke agen j) menjadi tiga kali lipat dari selang waktu sesungguhnya. Perhitungan nilai *fitness* dilakukan untuk mengetahui ukuran kinerja dari kromosom. Kromosom dengan hasil nilai *fitness* tinggi akan dipertahankan.

4) Penetapan Populasi Baru

Tahap selanjutnya adalah menciptakan populasi baru untuk mendapatkan solusi optimal. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Obitko, 1998):

a. Seleksi

Proses seleksi berdasarkan nilai *fitness* dari 30 kromosom. Kromosom dengan perolehan nilai *fitness* terbesar akan menjadi kromosom induk (*parent*).

b. *Crossover* (Persilangan)

Crossover dilakukan dengan cara menukarkan nilai gen dari dua kromosom induk secara random untuk menghasilkan kromosom anak (*offspring*). Parameter *crossover* (p_c) yang digunakan sebesar 80% dan 95%. Penggunaan p_c 80% dengan jumlah populasi sebanyak 30 kromosom, diharapkan jumlah kromosom yang akan mengalami *crossover* sebanyak 24 kromosom ($80\% \times 30$). Sedangkan dengan nilai p_c 95% dengan jumlah populasi sebanyak 30 kromosom, diharapkan jumlah kromosom yang mengalami *crossover* sebanyak 28 kromosom.

c. Mutasi

Dalam penelitian ini, kromosom yang telah melalui tahap persilangan (*crossover*) akan mengalami proses mutasi. Mutasi berfungsi untuk meningkatkan variasi populasi karena dapat menggantikan gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi dan dapat menghasilkan gen yang tidak terdapat dalam populasi awal. Nilai probabilitas mutasi (p_m) yang ditentukan dalam penelitian ini berkisar 1%. Penggunaan p_m 1%

dengan jumlah populasi sebanyak 30 kromosom dan satu kromosom 1 memiliki 33 bit (gen), diharapkan jumlah bit yang akan mengalami proses mutasi sebanyak 10 bit ($1\% \times 30 \times 33$). Kromosom 2 memiliki jumlah bit sebanyak 32, diharapkan jumlah bit yang akan mengalami mutasi sebanyak 10 ($1\% \times 30 \times 32$). Kromosom 3 memiliki jumlah bit sebanyak 29, diharapkan jumlah bit yang akan mengalami mutasi sebanyak 9 ($1\% \times 30 \times 29$).

5) Penerimaan

Proses sebelumnya pada penelitian ini akan menghasilkan kromosom baru, sehingga jumlah kromosom yang dapat dijadikan sebagai solusi terbaik akan bertambah. Kromosom terbaik dihasilkan berdasarkan perolehan nilai *fitness*.

6) Penggunaan populasi baru

Populasi baru yang dihasilkan dapat digunakan untuk generasi berikutnya hingga mencapai 1000 generasi yang telah ditentukan.

7) Tes atau pengujian

Pada penelitian ini apabila keseluruhan proses sudah dilakukan, dan proses berhenti dengan menunjukkan nilai *fitness* tertinggi maka kromosom tersebut merupakan solusi terbaik. Solusi terbaik dikatakan sebagai solusi optimal apabila grafik sudah mengalami konvergen. Konvergen dapat terjadi apabila AG sudah tidak dapat mencari solusi yang lebih optimal sehingga menghasilkan nilai *fitness* yang konstan (stabil).

3.6 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap hasil dan pembahasan akan menjelskan mengenai perolehan rute usulan yang optimal. Selanjutnya dilakukan penetapan rute optimal untuk setiap kendaraan yang ditentukan berdasarkan dari nilai kromosom yang memliki nilai *fitness* terbesar dan dibandingkan hasil dari rute awalan proses distribusi dengan rute usulan hasil dari pengolahan menggunakan AG. Pembanding yang digunakan adalah selisih waktu keterlambatan dari rute awalan dengan rute usulan saat pendistribusian produk telah terselesaikan dan kembali ke depot.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan bagian penutup dalam penelitian ini. Sub bab kesimpulan merupakan penjelasan mengenai jawaban singkat berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan. Pada sub bab saran penulis memaparkan mengenai saran bagi pihak PT Ultrajaya Milk Industry Tbk Yogyakarta. Penulis juga memaparkan saran bagi peneliti selanjutnya untuk menembangkan penelitian yang akan datang terkait permasalahan dalam penelitian ini.

