

Optimalisasi Penempatan Halte Trans Metro Bandung Menggunakan Algoritma Genetika

Farid Purwanto*, Esmeralda C Djamal, Agus Komarudin

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA
Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl. Terusan Sudirman, Cimahi
faridpurwanto@gmail.com

Abstrak—Trans Metro Bandung (TMB) merupakan transportasi umum berbasis bus yang berorientasi pada konsep Bus Rapid Transit (BRT), dengan penempatan halte yang optimal maka akan menghasilkan tatanan transportasi yang baik. Penempatan halte TMB ditentukan berdasarkan panjang lintasan, tata guna lahan dan nilai lahan. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan Algoritma Genetika untuk menentukan jarak terpendek, penempatan obyek dan penjadwalan. Penelitian ini membangun sistem yang dapat merekomendasikan penempatan halte TMB pada satu lintasan menggunakan Algoritma Genetika. Penggunaan Algoritma Genetika bermula dari pembangkitan populasi awal, evaluasi nilai kecocokan dari kriteria yang dinyatakan dalam fungsi kecocokan. Kemudian dilakukan persilangan dan mutasi yang terus berulang hingga mendapatkan kombinasi penempatan halte yang optimal dari segi jarak setiap halte dan nilai lahan setiap lokasi. Sistem ini diimplementasikan dalam perangkat lunak untuk dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait dalam membantu menentukan optimalisasi penempatan halte TMB.

Kata kunci—Optimalisasi; Algoritma Genetika; Penempatan; Halte; Trans Metro Bandung;

I. PENDAHULUAN

Trans Metro Bandung (TMB) adalah suatu transportasi angkutan umum massal berbasis bus yang menjadi salah satu upaya pemerintah kota Bandung untuk meningkatkan pelayanan transportasi di kawasan perkotaan di kota Bandung. TMB memiliki beberapa tujuan, diantaranya standarisasi armada, perbaikan sistem dan manajemen pelayanan angkutan umum perkotaan.

Penentuan penempatan pemberhentian kendaraan atau halte bus merupakan hal yang penting dalam TMB yang memiliki konsep Bus Rapid Transit (BRT). BRT merupakan sebuah sistem bus yang cepat, nyaman, aman dan tepat waktu dari infrastruktur, kendaraan dan jadwal. Penempatan pemberhentian kendaraan yang salah akan menimbulkan kemacetan dalam berlalu lintas serta tatanan pemberhentian yang tidak optimal. Penelitian ini membangun perancangan sistem yang dapat melakukan optimalisasi penempatan halte TMB untuk memperoleh solusi yang optimal.

Algoritma Genetika dapat diterapkan dalam optimalisasi jadwal, rute dan *space* tanpa harus mencoba satu persatu dari setiap kemungkinan solusi yang ada. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan Algoritma Genetika untuk optimalisasi

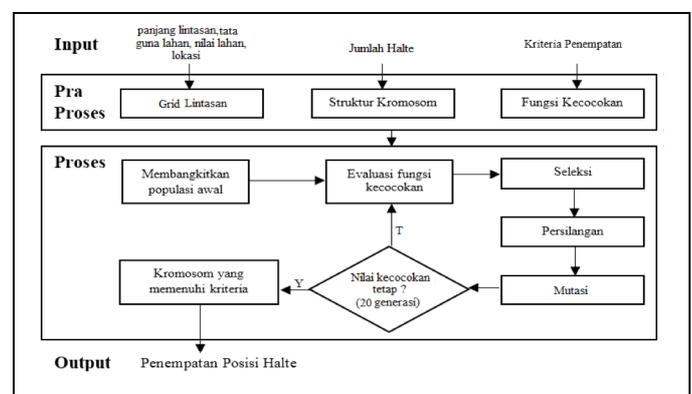
rute bus [1], model penjadwalan bus transit [2], penempatan *Radio Based Station* (RBS) [3], tata letak ruangan untuk rumah tinggal [4], penempatan kapasitor *shunt* [5] dan pencarian rute pada *multi traveling salesman problem* [6].

Penelitian ini membangun sistem penempatan halte TMB pada suatu lintasan. Koridor yang digunakan koridor IV dengan rute Leuwi Panjang – Antapani sebagai data yang lintasan yang memiliki jarak tempuh ± 25 km. Rute dari koridor tersebut kemudian akan dijadikan suatu lintasan yang terbagi oleh *grid* yang merepresentasikan area dengan jarak 25 m sehingga untuk lintasan yang memiliki jarak tempuh 25 km akan terbentuk *grid* sebanyak 1000 *grid*.

II. METODE

Algoritma Genetika adalah teknik pencarian heuristik yang didasarkan pada gagasan evolusi seleksi dan genetika. Algoritma ini memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya dan individu yang kuat akan mampu bertahan dalam evolusi.

Proses Algoritma Genetika berawal dari populasi awal dengan membangkitkan gen pada kromosom secara acak. Kromosom tersebut merupakan susunan gen yang menghasilkan solusi yang memiliki kesesuaian dengan kriteria [7]. Proses Algoritma Genetika berjalan hingga sistem dapat menemukan solusi optimal seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Algoritma Genetika

Pada siklus tersebut, terdapat operator Algoritma Genetika yang mengubah setiap kromosom dalam populasi untuk memperbaiki keturunan pada setiap evolusi. Operator tersebut memiliki fungsi untuk menseleksi kromosom, menyilangkan sepasang kromosom dan mengubah gen pada kromosom.

Halte yang ditempatkan pada *grid* dalam lintasan dengan kriteria tertentu. Jika terdapat 20 halte yang akan ditempatkan pada lintasan dengan *grid* sebanyak 1000, maka akan terbentuk 1000²⁰ kemungkinan solusi dalam mencari penempatan halte TMB yang optimal. Kemungkinan tersebut tidak efisien apabila harus mencoba setiap solusi sehingga digunakan Algoritma Genetika yang merupakan cara pencarian solusi optimal dalam menyelesaikan masalah tersebut.

Dalam menentukan penempatan halte didapat beberapa ketentuan yang harus dipenuhi [8], ketentuan tersebut akan menjadi kriteria dalam penempatan halte. Pada ketentuan penempatan halte tersebut memiliki beberapa atribut pendukung untuk menjadi data masukan dalam sistem. Atribut yang terlibat dalam penelitian ini terdistribusi dari *grid*, tata guna lahan, nilai lahan dan lokasi, atribut tersebut akan menjadi rangkaian solusi dalam menentukan penempatan seperti pada TABEL 1.

TABEL 1. TABEL DATA LINTASAN

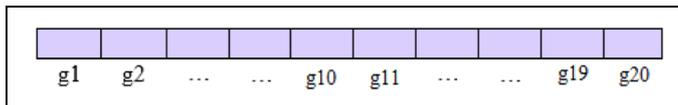
Grid	Tata Guna Lahan	Nilai Lahan	Lokasi
1	Pertokoan	80	Jl. Leuwi Panjang
2	Pertokoan	85	Jl. Leuwi Panjang
...
999	Pertokoan	40	Jl. Leuwi Panjang
1000	Pertokoan	45	Jl. Leuwi Panjang

Data pada TABEL 1 tersebut menjadi masukan dalam membangun sistem. Setiap *grid* memiliki data pendukung berupa tata guna lahan yang menjelaskan peruntukan lahan, nilai lahan yang berupa nilai dalam menentukan keramaian suatu lahan, dan lokasi berupa nama jalan yang dilalui pada lintasan.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Representasi Struktur Kromosom

Kromosom dibentuk berdasarkan jumlah halte dengan susunan gen yang berisi *grid*. Halte yang ditempatkan sebanyak 20 akan menjadi banyaknya gen yang menyusun kromosom tersebut. *Grid* yang mengisi kromosom dibentuk secara acak pada Gambar 2.



Gambar 2. Representasi struktur kromosom

B. Membangkitkan Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan dengan mengambil delapan kromosom yang dimasukkan ke dalam satu populasi dalam setiap generasi [9]. Susunan dalam kromosom tersebut

merupakan rangkaian yang berbeda pada setiap kromosomnya, dengan isi gen berupa nilai yang diambil secara acak.

C. Membangun Fungsi Kecocokan

Fungsi kecocokan digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian suatu solusi terhadap kriteria yang ditentukan. Pada penelitian ini terdapat dua kriteria penempatan dalam menentukan halte TMB, yaitu :

1. Halte ditempatkan pada tempat yang memiliki pusat kegiatan kota.
2. Halte ditempatkan menyebar pada lintasan atau tidak berkumpul pada satu area lintasan.

Kriteria tersebut yang membangun kesesuaian dalam menentukan solusi yang optimal dalam fungsi kecocokan. Fungsi kecocokan yang dipakai seperti pada Persamaan 1.

$$F = (\sum_{i=1}^{n=20} t) + (\sum_{i=1}^{n=19} \sqrt{(g + g_{i+1})}) \quad (1)$$

Keterangan :

F : menyatakan fungsi kecocokan,

t : menyatakan nilai lahan,

g : menyatakan *grid*.

Pada persamaan 1 menunjukkan hasil semakin baik untuk *F* yang besar, sehingga kromosom yang memiliki *F* yang paling besar dalam generasi akan dipilih sebagai solusi yang optimal.

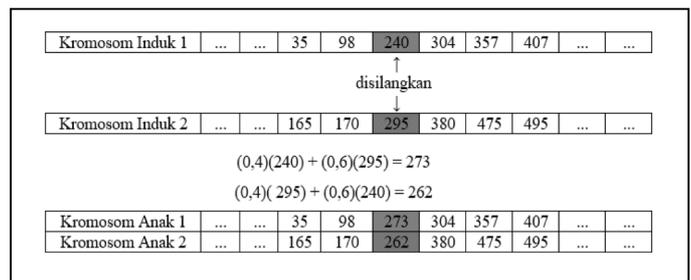
D. Seleksi

Teknik seleksi operator yang digunakan adalah *Rank Based Fitness* [4]. Teknik seleksi yang menggunakan nilai kecocokan untuk mengurutkan kromosom pada populasi, semakin tinggi peringkat kromosom maka kemungkinan untuk terpilih menjadi induk semakin besar. Pada setiap populasi akan diambil empat kromosom yang menempati peringkat teratas untuk menjadi induk.

E. Persilangan

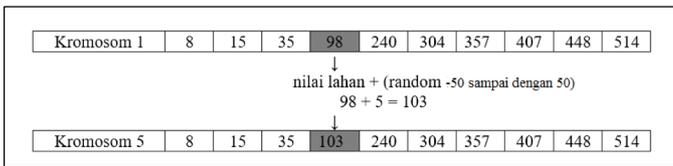
Teknik operator persilangan yang digunakan adalah persilangan Aritmatika [3]. Persilangan tersebut menggunakan bilangan *r* ($0 \leq r \leq 1$) sebagai bilangan untuk menyilangkan dua gen dari masing-masing induk. Penelitian ini *r* yang digunakan yaitu 0,4 seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. Persilangan Aritmatika



F. Mutasi

Teknik operator mutasi digunakan untuk menambahkan nilai acak yang telah ditentukan untuk mengubah susunan gen yang ada pada kromosom. Nilai acak yang digunakan memiliki batas -50 hingga 50 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Mutasi

G. Penghentian Evolusi

Penghentian evolusi merupakan proses yang menyatakan kondisi berhentinya evolusi dalam Algoritma Genetika. Terdapat tiga kondisi penghentian evolusi pada Algoritma Genetika [7], dua kondisi tersebut diantaranya :

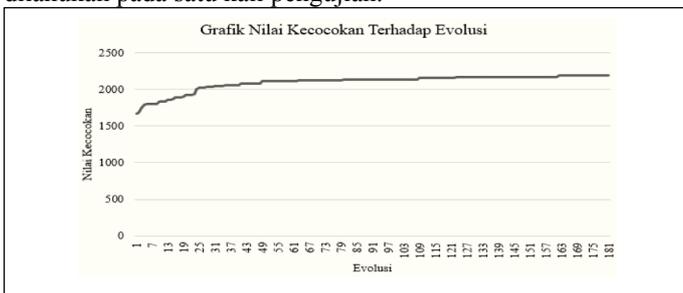
1. Jika setelah beberapa generasi berturut-turut, nilai kecocokan terbaik dari populasi tidak mengalami perubahan kembali.
2. Jika jumlah evolusi atau iterasi maksimum telah tercapai.

Apabila salah satu kondisi tersebut terpenuhi, maka kromosom pada generasi terakhir dinyatakan sebagai solusi optimal. Parameter yang digunakan dalam penghentian evolusi pada penelitian ini yaitu 1000 maksimum evolusi dan 20 generasi berturut-turut seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. PERBANDINGAN HASIL PENGUJIAN

Pengujian	Jumlah Generasi	Nilai Kecocokan	Waktu Proses (detik)
1	211	2183,86	3.376
2	125	2296,34	2.375
3	111	2290,32	1.564
4	203	2236,59	2.869
5	225	2285,88	2.977
Rata-rata	175	1.129	1.316

Nilai kecocokan yang terbesar pada pengujian tersebut adalah 2296,34 dengan jumlah generasi 125 dan waktu proses 2,375 detik. Perbedaan yang dihasilkan dari setiap pengujian tersebut disebabkan karena pembangkitan populasi awal dengan acak. Nilai kecocokan pada generasi awal mempengaruhi proses untuk menghasilkan solusi optimal sesuai dengan kriteria. Pada Gambar 5 dapat dilihat grafik yang menunjukkan nilai kecocokan terhadap evolusi yang dilakukan pada satu kali pengujian.



Gambar 5. Grafik Nilai Kecocokan Terhadap Evolusi

Pada beberapa generasi terlihat nilai kecocokan tidak berubah, hal tersebut menunjukkan bahwa operator Algoritma Genetika tidak dapat menghasilkan individu baru yang lebih baik dari individu pada generasi sebelumnya. Kondisi tersebut terjadi pada beberapa generasi hingga pada akhirnya kromosom pada generasi terakhir dinyatakan sebagai solusi optimal.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem optimalisasi penempatan halte Trans Metro Bandung menggunakan Algoritma Genetika. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sebanyak lima kali pengujian dengan menghasilkan nilai kecocokan terbesar adalah 2296,34 dengan jumlah generasi 125 evolusi dan waktu proses 2.375 detik. Kelemahan dari sistem ini terletak pada proses operator Algoritma Genetika yang dipakai tidak dapat menghasilkan individu yang memiliki solusi yang lebih baik dari generasi sebelumnya sehingga individu yang memiliki solusi yang paling baik dari generasi sebelumnya akan terus bertahan selama beberapa generasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Bielli, M. Caramia and P. Carotenuto, "Genetic Algorithms in Bus Network Optimization," *Pergamon - Transportation Research Part C*, vol. 10, pp. 19-34, 2002.
- [2] F. A. Kidwai, B. R. Marwah, K. Deb and M. R. Karim, "A Genetic Algorithm Based Bus Scheduling Model for Transit Network," in *Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Bangkok, 2005.
- [3] E. Martiana and A. Basuki, "Optimasi Penempatan Radio Based Station dengan Algoritma Genetika," *Electronics Industrial Seminar (IES)*, pp. 266-270, 2003.
- [4] Y. M. Putra, E. C. Djamil and A. Komarudin, "Optimalisasi Tata Letak Ruang Untuk Rumah Tinggal Menggunakan Algoritma Genetika," in *Seminar Nasional IPTEK Jenderal Achmad Yani*, Cimahi, 2015.
- [5] Carwoto, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Penempatan Kapasitor Shunt pada Penyulang Distribusi Tenaga Listrik," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. XII, pp. 122-130, 2007.
- [6] F. Y. Saptaningtyas, "Multi Traveling Salesman Problem (MTSP) Dengan Algoritma Genetika Untuk Menentukan Rute Loper Koran Di Agen Surat Kabar," *Pythagoras*, vol. 7, pp. 55-64, 2012.
- [7] E. Yulianti, E. C. Djamil and A. Komarudin, "Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan Di Fakultas MIPA Unjani Menggunakan Algoritma Genetik dan Tabu Search," in *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya*, Cimahi, 2013.
- [8] Dishub, *Pedoman Teknis Perencanaan Tempat Perhentian Kendaraan Umum*, Jakarta: Dinas Perhubungan - Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1996.
- [9] F. Kasyidi, E. C. Djamil and A. Komarudin, "Optimalisasi Penempatan Sumber Daya Manusia Berdasarkan Proyek Menggunakan Algoritma Genetika," in *Seminar Nasional Jenderal Achmad Yani*, Cimahi, 2014.