

Pengaruh Modifikasi Cara Bertanding Seleksi Turnamen Algoritma Genetika dalam Traveling Salesman Problem (TSP)

Santi Prayudani¹, Arif Ridho Lubis¹, Yuyun Yusnida Lase¹, Yulia Fatmi¹, Ainul Hizriadi²

¹Teknik Komputer dan Informatika Politeknik Negeri Medan

²Fakultasi Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara

santiprayudani@polmed.ac.id, arifridho@polmed.ac.id,
yuyunyusnida@polmed.ac.id, yuliatfatmi@polmed.ac.id, ainulhizri@usu.ac.id

ABSTRAK

Traveling Salesman Problem (TSP) is a matter of determining the order of several cities that must be passed by salesmen. One algorithm in solving TSP is Genetic Algorithm, which has 3 (three) main operators, namely selection, crossover, and mutation. In genetic algorithms, cities are represented as genes, while trips are represented as individuals. Selection is one of the main operators in genetic algorithms and one of the selection operator techniques is tournament selection. Tournament selection compares a number of individuals through "tournament" to choose the best individual based on fitness value, so that individuals will be selected to continue to the next generation. Modification were made in the way of competing individuals to determine the effect of tournament selection on genetic algorithms in TSP. In this study modifications were made to the way of individual tournament, namely first modification tournament selection and second modification tournament selection. The purpose of this study was to determine the effect of tournament modification on tournament selection on TSP. The results of this study are the second modification tournament selection gets average best fitness higher than the first modification tournament selection, so using the second modification tournament selection gets a shorter total distance compared to the first modification tournament selection.

Keywords: *tournament selection, genetic algorithm, traveling salesman problem*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Masalah

Traveling Salesman Problem (TSP) erat kaitannya dengan bidang transportasi, dimana seseorang harus melalui beberapa kota dengan rute tertentu dan kembali lagi ke kota awal perjalanannya tersebut tepat 1 (satu) kali. Pemasalahan yang sering terjadi dalam TSP adalah cara untuk menentukan rute perjalanan yang paling optimal sehingga diperoleh jarak, waktu tempuh, dan biaya perjalanan yang paling sedikit[1]. Salah satu algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan TSP adalah algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian heuristik yang didasarkan pada analogi dengan struktur genetik (gen) dan perilaku kromosom dalam populasi individu. Algoritma genetika melalui beberapa proses, yaitu: seleksi (memilih individu yang cocok bertahan hidup), *crossover* (perkawinan silang antara individu) dan mutasi (modifikasi random pada gen) [2]. Proses algoritma genetika dimulai dari populasi yang merupakan himpunan solusi yang dihasilkan secara random. Setiap anggota himpunan merepresentasikan 1 (satu) solusi masalah yang dinamakan dengan individu yang terdiri dari gen. Individu-individu dalam satu populasi berevolusi berdasarkan nilai *fitness* yang merupakan fungsi objektif dari masalah yang dioptimalkan. Pada proses awal ndividu-individu diseleksi menurut nilai *fitness*-nya. Individu yang kuat mempunyai kemungkinan tinggi untuk bertahan hidup/meneruskan pada generasi berikutnya. Kemudian dilakukan proses *crossover* pada individu terpilih (*parent*) untuk menghasilkan individu baru (*offspring*), dilanjutkan dengan proses mutasi pada individu baru (*offspring*) tersebut. Dari 3 (tiga) proses yang dilakukan terbentuk generasi baru. Proses tersebut diulangi secara terus menerus sampai mencapai suatu *konvergen*, yaitu sebanyak generasi yang diinginkan/ditetapkan [3].

Salah satu teknik seleksi pada algoritma genetika adalah seleksi turnamen. Seleksi turnamen membandingkan antar sejumlah individu berdasarkan nilai *fitness* masing-masing individu [1]. Pada umumnya, individu dengan nilai *fitness* yang tinggi akan memenangkan pertandingan dan akan berlanjut ke populasi berikutnya. Semakin banyak jumlah individu yang bertanding (*tour size*), maka semakin besar tekanan yang diberikan pada setiap individu untuk dapat terpilih [4]. Dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya belum ada yang melakukan modifikasi terhadap cara bertanding individu dalam seleksi turnamen.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah melihat pengaruh modifikasi cara bertanding individu pada seleksi turnamen dalam TSP untuk mendapatkan jarak terpendek.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan beberapa hal sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data dari TSPLIB yang berupa data kota yang terdiri dari titik-titik koordinat suatu kota [5]. Jenis data yang dipilih adalah jenis TSP simetris.
2. Jumlah data yang akan diuji ada 5 (lima) data kota dengan jumlah kota yang bervariasi [5].
3. Parameter algoritma genetika ditetapkan sama untuk setiap pengujian seleksi turnamen modifikasi yang dilakukan [6].

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk digunakan sebagai berikut:

1. Mengetahui cara bertanding individu dalam seleksi turnamen.
2. Mendapatkan variasi dalam melakukan pertandingan dalam seleksi turnamen.
Mendapatkan seleksi turnamen yang lebih optimal dalam TSP.
3. Menjadi sumbangan pemikiran bagi berbagai pihak yang berminat dan ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai algoritma genetika, khususnya seleksi turnamen.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Studi Pendahuluan
Tahapan ini merupakan langkah awal dalam penelitian yang bertujuan untuk mempelajari literatur-literatur baik yang berupa buku (textbook), journal dan artikel ilmiah, maupun *website* yang berhubungan dengan algoritma yang akan digunakan.
2. Studi Literatur
Tahapan ini akan menjelaskan proses penelitian dimulai dengan pencarian literatur (kepustakaan) dengan materi yang luas dan berkaitan dengan topik pada penelitian ini. Sumber-sumber yang diperoleh berasal dari beberapa material yang sudah ada, baik itu buku-buku, jurnal-jurnal, artikel dan website yang mempunyai hubungan dengan penelitian ini. Melakukan studi terhadap teori-teori dan pengetahuan yang mendukung yang telah diperoleh sebelumnya dan kemudian mengambilnya sebagai bahan acuan untuk melakukan penelitian.
3. Pengumpulan Data
Tahap pengumpulan data yang dilakukan dengan teknik pengambilan data sampel dari TSPLIB yang terdiri dari 5 (lima) data kota yang jumlah kotanya bervariasi sebagai data uji (data *input*)
4. Analisa Data
Analisa merupakan tahapan yang dilakukan setelah pengumpulan terhadap data atau informasi mengenai kasus yang diangkat pada penelitian ini.

Analisa pada penelitian ini dimulai dari data masukan (*input*) yang digunakan dan dibutuhkan dalam proses perhitungan algoritma genetika. Data tersebut adalah data sampel yang telah diambil dari TSPLIB.

5. Pengolahan Data

Pengolahan data uji dilakukan dengan melakukan semua proses yang terdapat dalam algoritma genetika. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan program.

6. Hasil dan Penarikan Kesimpulan

Pada tahapan ini dihasilkan keluaran akhir (*output*) dari pengolahan penelitian yang dilakukan terhadap data yang diujikan dengan menggunakan algoritma genetika. Selanjutnya adalah tahapan penarikan kesimpulan merupakan akhir dari penelitian ini. Tahapan ini berisi tentang kesimpulan dari hasil akhir penelitian dan pengolahan yang telah dilakukan pada penelitian ini.

2. LANDASAN TEORI

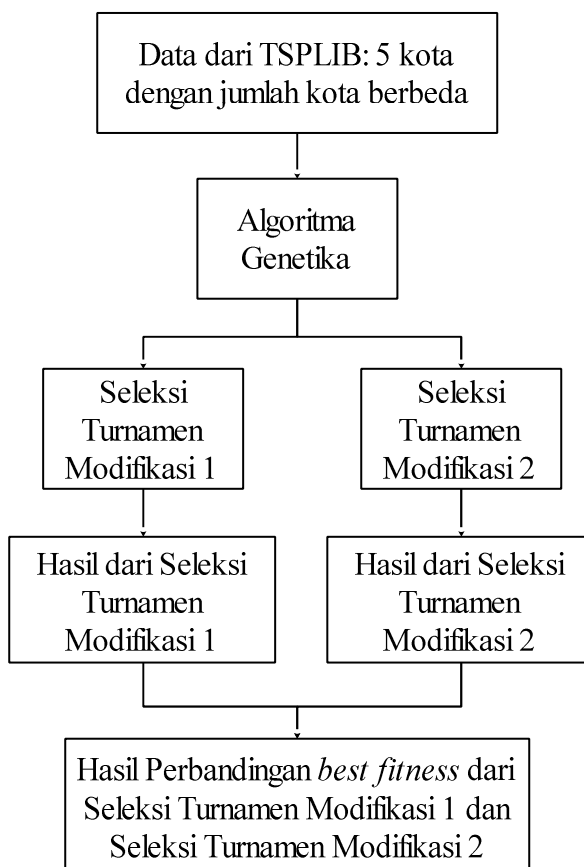
Beberapa penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu yang terkait dengan seleksi turnamen adalah melakukan penelitian dengan meningkatkan *tour size* dan pemilihan individu yang akan terpilih saat dilakukan pertandingan. Penelitian oleh El Moujahid memperkenalkan teknik baru, yaitu FATS (*Fuzzy Adapting Tournament Selection*) yang digunakan untuk menentukan secara dinamis *tour size* dengan menggunakan metode *clustering fuzzy*. Ide dasarnya adalah menyesuaikan probabilitas seleksi sesuai dengan keragaman populasi (*diversity population*) dengan tujuan untuk menyeimbangkan antara eksploitasi dan eksplorasi. FATS menyesuaikan dengan tepat probabilitas seleksi sesuai dengan hasil pencarian secara dinamis menggunakan *tour size* yang berbeda pada tahapan yang berbeda dari algoritma genetika dengan mempertimbangkan sifat dari masalah yang dijabarkan [7]. Razali dan Geraghty melakukan penelitian untuk membandingkan kinerja algoritma genetika dalam menyelesaikan permasalahan TSP dengan menggunakan *tournament selection*, *roulette wheel selection*, dan *rank-based roulette wheel selection*. Hasil penelitian menyatakan bahwa seleksi turnamen, yaitu *binary tournament selection* lebih baik dalam mencapai kualitas solusi terbaik dengan waktu komputasi rendah. Selain itu, juga didapatkan bahwa seleksi turnamen unggul untuk masalah kecil, tetapi lebih cepat mencapai *best fitness* ketika jumlah populasi meningkat [8]. Pada tahun 2011, dilakukan penelitian dengan menggunakan *roulette wheel*, elitism, dan algoritma genetika dengan menggunakan seleksi turnamen untuk menyelesaikan masalah Traveling Salesman [9]. Gupta melakukan penelitian dengan menggabungkan metode heuristic dengan algoritma genetika yang menggunakan seleksi turnamen dengan metode pengurutan, crossover 2 (dua) titik dan mutasi *interchange* pada beberapa kota yang

jumlahnya puluhan. Hasil akhir menunjukkan yang baik [10]. Beed melakukan penelitian yang memodelkan 2 (dua) objek masalah optimisasi menjadi satu objek masalah optimisasi, yaitu meminimalkan jarak yang ditempuh oleh pedagang dan meminimalkan waktu yang diperlukan untuk bepergian. Dengan menggunakan *weight sum* pada fungsi objektif, seleksi turnamen, *minimal weight variable order crossover* dan *swap mutation* disimpulkan bahwa dengan menurunkan probabilitas mutasi (pm) didapatkan kinerja yang lebih baik dengan nilai *fitness* yang sesuai dengan meningkatnya jumlah generasi pada berbagai pola bobot jarak dan waktu. Selain itu, dengan meningkat jumlah populasi, didapatkan tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap *fitness* peningkatan bobot [11].

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

3.1 Perancangan

Rancangan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:

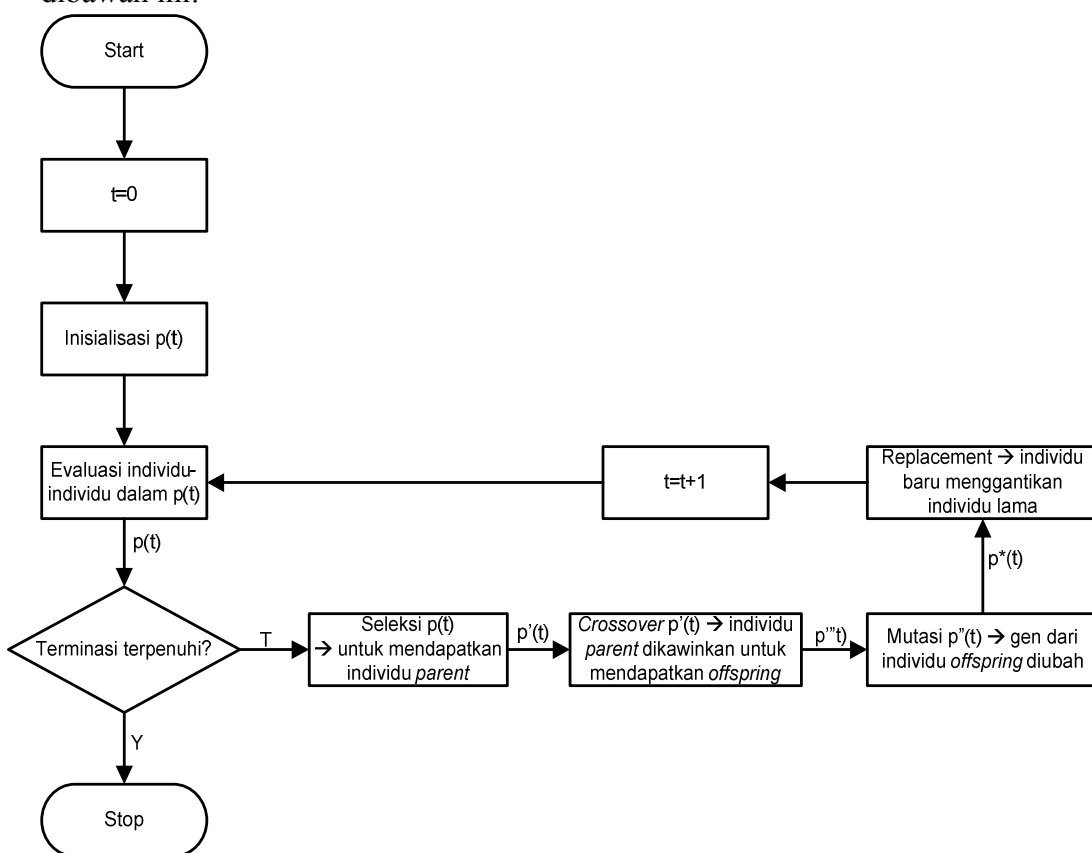


Gambar 1. Perancangan Umum

Tahap pertama dimulai dengan pengambilan data sampel dari TSPLIB sebagai data yang akan di uji. Kemudian melakukan tahapan *encoding* pada data uji yang akan diolah dengan menggunakan algoritma genetika. Lalu menentukan parameter-parameter dalam algoritma genetika dan mengolah data uji tersebut. Pada proses seleksi, dilakukan pengujian seleksi turnamen modifikasi pertama dan seleksi turnamen modifikasi 2, yang hasil akhirnya adalah membandingkan *best fitness*/total jarak terpendek dari kedua seleksi turnamen modifikasi tersebut.

Algoritma Genetika

Proses dari algoritma genetika sederhana dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Flowchart Simple Genetic Algorithm [3]

Uraian dari *flowchart* diatas adalah sebagai berikut:

1. Generasi $t = 0$ (generasi awal)
2. Inisialisasi populasi awal $P(0)$, P (Generasi), secara random.
3. Evaluasi nilai *fitness* pada setiap individu dalam P (Generasi).

4. Kerjakan langkah-langkah berikut hingga generasi mencapai maksimum generasi:
 - a. $\text{Generasi} = \text{Generasi} + 1$.
 - b. Seleksi $P(\text{Generasi})$ untuk mendapatkan kandidat induk, $P'(\text{Generasi})$.
 - c. Lakukan *crossover* pada $P'(\text{Generasi})$, sehingga mendapatkan *offspring* (individu baru), $P''(\text{Generasi})$.
 - d. Lakukan mutasi pada $P''(\text{Generasi})$, sehingga mendapatkan *offspring* (individu baru), $P^*(\text{Generasi})$.
 - e. Bentuk populasi baru: $P(\text{Generasi}) = \{P(\text{Generasi} - 1) \text{ yang survive (bertahan hidup), } P^*(\text{Generasi})\}$.
 - f. Lakukan evaluasi nilai *fitness* setiap individu pada populasi baru $P(\text{Generasi})$.

Seleksi Turnamen Pertama

Modifikasi yang dilakukan pada seleksi turnamen pertama berdasarkan *binary selection* yang setiap individu yang bertanding tidak boleh ikut serta dalam pertandingan lebih dari 2 (dua) kali pertandingan dengan kata lain, setiap individu hanya mempunyai kesempatan bertanding sebanyak 2 (dua) kali [8]. Berdasarkan hal tersebut dilakukan modifikasi pada kesempatan bertanding individu, dimana setiap individu memiliki kesempatan bertanding sebanyak jumlah individu dalam pertandingan. Setiap individu yang sudah melewati kesempatannya bertanding (jika terpilih lagi untuk bertanding) dihapus dari pertandingan. Selain itu, apabila individu kalah, maka juga dihapus dari pertandingan. Hal ini membuat hanya individu terbaik saja yang dapat terpilih kembali untuk bertanding dengan kesempatan yang terbatas.

Seleksi Turnamen Kedua

Modifikasi yang dilakukan pada seleksi turnamen kedua berdasarkan teori dasar Charles Darwin yaitu natural seleksi, dimana individu yang bertahan hidup biasanya setengah daripada individu yang ada, dengan syarat individu yang bertahan hidup adalah individu yang memiliki fungsi objektif yang tinggi. Berdasarkan hal itu, dilakukan modifikasi dengan menerapkan ketentuan yang sama dengan menggunakan probabilitas seleksi (p_s) dikalikan dengan jumlah individu dari populasi sebelumnya. Namun, sebelumnya individu tersebut diurutkan berdasarkan nilai *fitness*nya. Individu dengan nilai *fitness* yang tinggi berada di urutan atas. Setelah itu baru individu-individu tersebut dapat dipertandingkan. Selain itu, apabila individu kalah, maka juga dihapus dari pertandingan. Hal ini membuat hanya individu terbaik saja yang dapat terpilih kembali untuk bertanding.

3.2 Implementasi

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam melihat pengaruh

pemilihan tournament *selection* terhadap kinerja *Genetic Algorithm* pada *Traveling Salesman Problem* (TSP) adalah:

1. Melakukan pengambilan data. Data pengujian yang digunakan merupakan data *benchmark* yang diambil dari TSPLIB. TSPLIB merupakan *library data sample* untuk permasalahan TSP. Data pada TSPLIB merupakan data kota yang terdiri dari koordinat x dan koordinat y. Data TSPLIB yang dipilih dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Data TSPLIB

No	Data
1	korA100.tsp
2	ch150.tsp
3	korB200.tsp
4	pr299.tsp
5	rd400.tsp

Sumber: TSLIB[5]

2. Melakukan teknik *path encoding* karena individu-individu direpresentasikan sebagai kumpulan angka yang mewakili posisi kota dalam sebuah rangkaian (urutan).
3. Menentukan parameter-parameter algoritma genetika yang akan digunakan [6].
 - a. Ukuran populasi/ $N = 100$
 - b. Jumlah generasi/iterasi = 10
 - c. *Tour size* = 10.
 - d. Probabilitas seleksi = 0.7
 - e. Probabilitas *crossover* = 0.9
 - f. Probabilitas mutasi = 0.1
4. Melakukan pembangkitan populasi awal dengan menggunakan fungsi pembangkitan bilangan acak (r), yaitu *random* (nk, N).
5. Untuk mendapatkan nilai *fitness* tiap individu (I_i) dilakukan perhitungan total jarak (*distance*). Rumus hitung total jarak (*distance*):
$$\sum(d_{(a,b)} = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$$
6. Melakukan perhitungan nilai *fitness* tiap individu (I_i) dengan menggunakan rumus:
$$F_{(I_i)} = \frac{1}{\text{totaljarak} (distance) \text{ dari individu ke } - i}$$
7. Menggunakan 2 (dua) seleksi turnamen modifikasi pertama dan seleksi turnamen modifikasi kedua dengan ketentuan masing-masing turnamen sebagai berikut:
 - a. Seleksi Turnamen Modifikasi Pertama

- 1) Semua individu pada populasi sebelumnya masuk ke dalam pertandingan.
 - 2) Pilih i individu sebanyak s secara acak dari pertandingan, dimana $s = \text{tour size}$ $[2, N]$. $N =$ ukuran populasi. Setiap i individu memiliki kesempatan bertanding sebanyak s .
 - 3) Pilih individu terbaik di antara s individu tadi dengan membandingkan nilai *fitness*-nya (terjadinya pertandingan):
 - a) Jika nilai *fitness* individu i_1 lebih besar/lebih tinggi dari nilai *fitness* individu i_2 , maka individu i_1 pemenang.
 - b) Jika nilai *fitness* individu i_1 sama dengan nilai *fitness* individu i_2 , maka individu *winner* dipilih secara acak antara yang ditandingkan.
 - 4) Setiap individu yang bertanding dicatat sudah berapa bertanding.
 - 5) Individu yang terpilih/pemenang dari langkah sebelumnya dimasukkan/salin ke dalam *mating pool*.
 - 6) Hanya individu yang menang saja yang dapat disalin kembali ke dalam pertandingan, sehingga individu yang kalah dihapus dari pertandingan.
 - 7) Ulangi langkah 2 s.d. langkah 6 sampai jumlah individu dalam *mating pool* = N . Setelah jumlah individu dalam *mating pool* adalah N , maka individu-individu menjalani proses *crossover*.
- b. Seleksi Turnamen Modifikasi Kedua
- 1) Sebelum individu dimasukkan kedalam pertandingan, diurutkan berdasarkan nilai *fitness* secara menaik.
 - 2) Individu yang masuk ke dalam tournament adalah probabilitas seleksi (p_s) dikalikan N .
 - 3) Pilih i individu sebanyak s secara acak dari tournament, dimana $s = \text{tour size}$ $[2, N]$. $N =$ ukuran populasi.
 - 4) Pilih individu terbaik di antara s individu tadi dengan membandingkan nilai *fitness*-nya (terjadinya pertandingan):
 - a) Jika nilai *fitness* individu i_1 lebih besar/lebih tinggi dari nilai *fitness* individu i_2 , maka individu i_1 pemenang.
 - b) Jika nilai *fitness* individu i_1 sama dengan nilai *fitness* individu i_2 , maka individu *winner* dipilih secara acak antara yang ditandingkan.
 - 5) Setiap individu yang bertanding dicatat sudah berapa bertanding.
 - 6) Individu yang terpilih/pemenang dari langkah sebelumnya dimasukkan/salin ke dalam *mating pool*.
 - 7) Hanya individu yang menang saja yang dapat disalin kembali ke dalam pertandingan, sehingga individu yang kalah dihapus dari pertandingan.

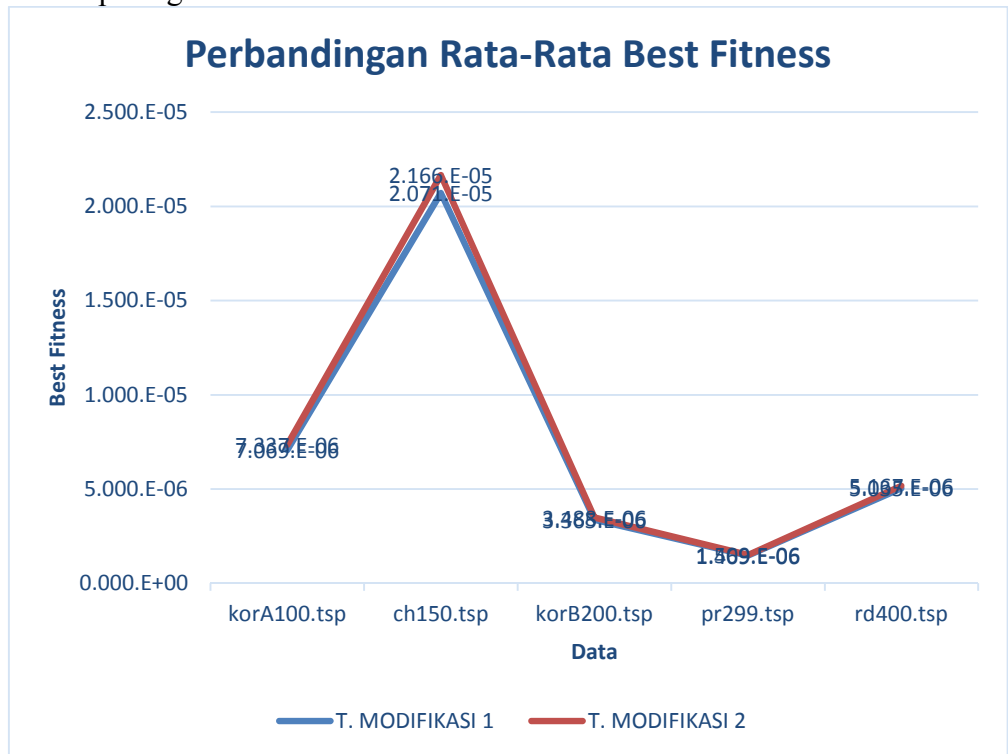
- 8) Ulangi langkah 1 s.d. langkah 7 sampai jumlah individu dalam *mating pool* = N. Setelah jumlah individu dalam *mating pool* adalah N, maka individu-individu menjalani proses *crossover*.
8. Setelah selesai proses seleksi, dilakukan proses *crossover*. Langkah untuk memilih kandidat individu *parent* mana yang akan mengalami proses *crossover* adalah sebagai berikut:
- Tentukan probabilitas *crossover* (p_c).
 - Bangkitkan bilangan random r 0 sampai 1 sebanyak N (ukuran populasi).
 - Bandingkan bilangan random r itu dengan probabilitas *crossover* (p_c).
 - Individu *parent* terpilih untuk di-*crossover* bila r lebih kecil dari atau sama dengan pada p_c .
 - Bila r lebih besar dari p_c maka individu *parent* langsung disalin sebagai individu *offspring*.
 - Bila individu *parent* yang terpilih jumlahnya hanya satu maka proses ini diulang sampai jumlah individu *parent* lebih dari satu.
 - Bila individu *parent* yang terpilih jumlahnya ganjil, maka buang individu *parent* secara acak.
- Crossover* yang dipilih adalah *Partially Mapped Crossover* (PMX) [12]. Langkah-langkah melakukan proses PMX sebagai berikut:
- Pemilihan *substring*, yaitu potong 2 (dua) buah kromosom dari masing-masing individu *parent* dengan menggunakan titik potong di posisi yang sama.
 - Penukaran *substring*, yaitu menukarkan 2 (dua) buah kromosom yang terpilih antar kedua individu *parent* untuk menghasilkan kromosom *child*.
 - Tentukan hubungan pemetaan berdasarkan kromosom yang terpilih tadi.
 - Penetapan *offspring*, yaitu menetapkan kromosom *child* dengan merujuk pada hubungan pemetaan tadi.
9. Setelah melakukan proses *crossover*, maka dilakukan proses mutasi. Langkah-langkah mutasi adalah sebagai berikut:
- Tentukan probabilitas mutasi (p_m).
 - Bangkitkan bilangan random r dari 0 sampai 1 sebanyak jumlah individu dalam satu populasi (N)* banyaknya gen dalam individu (n).
 - Bandingkan bilangan random r itu dengan probabilitas mutasi (p_m).
 - Jika $r \leq p_m$, maka dilakukan mutasi pada *offspring* tersebut. Jika $r \geq p_m$, maka tidak dilakukan mutasi.

Mutasi yang dipilih adalah *Simple Inversion Mutation* (SIM) [3]. Langkah-langkah melakukan proses SIM sebagai berikut:

- Pemilihan *substring*, yaitu pilih 2 (dua) posisi gen secara acak pada sebuah individu.
- Pembalikan *substring*, yaitu membalikkan substring antara 2 (dua) posisi tersebut.
- Pilih bilangan acak antara 1 sampai (nk) untuk menentukan posisi gen mana saja yang akan ditukarkan

4. HASIL

Berdasarkan implementasi yang dilakukan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Perbandingan Rata-Rata *Best Fitness* Seleksi Turnamen Pertama dengan Seleksi Turnamen Kedua

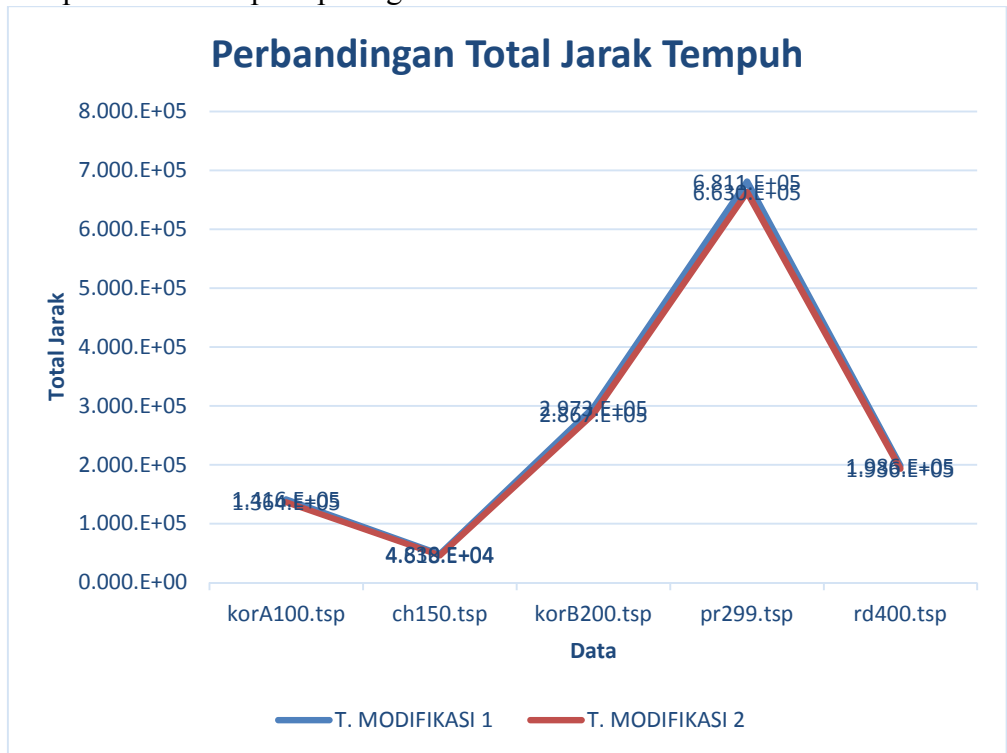
Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa *best fitness* yang didapat dengan seleksi turnamen modifikasi kedua lebih tinggi dari pada *best fitness* yang didapat dengan seleksi turnamen modifikasi pertama. Hal ini sama untuk semua data uji dengan melakukan sebanyak 5 (lima) kali iterasi.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table dibawah ini:

DATA	T. MODIFIKASI 1	T. MODIFIKASI 2
korA100.tsp	7,069,E-06	7,337,E-06
ch150.tsp	2,071,E-05	2,166,E-05
korB200.tsp	3,365,E-06	3,488,E-06
pr299.tsp	1,469,E-06	1,509,E-06
rd400.tsp	5,035,E-06	5,167,E-06

Tabel 2. Tabel Perbandingan Rata-Rata *Best Fitness* Seleksi Turnamen Pertama dengan Seleksi Turnamen Kedua

Karena *best fitness* merupakan representasi dari total jarak, maka didapatkan hasil seperti pada grafik dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Rata-Rata Total Jarak Tempuh Seleksi Turnamen Pertama dengan Seleksi Turnamen Kedua

Dari grafik diatas, menunjukkan bahwa total jarak tempuh yang dilalui oleh *salesman* yang didapat dengan seleksi turnamen modifikasi kedua pendek dari pada total jarak tempuh yang didapat dengan seleksi turnamen modifikasi pertama. Hal ini sama untuk semua data uji dengan melakukan sebanyak 5 (lima) kali iterasi.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

DATA	T. MODIFIKASI 1	T. MODIFIKASI 2
korA100.tsp	1,416,E+05	1,364,E+05
ch150.tsp	4,830,E+04	4,618,E+04
korB200.tsp	2,973,E+05	2,867,E+05
pr299.tsp	6,811,E+05	6,630,E+05
rd400.tsp	1,986,E+05	1,936,E+05

Tabel 3. Tabel Perbandingan Rata-Rata Total Jarak Tempuh Seleksi Turnamen Pertama dengan Seleksi Turnamen Kedua

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada perancangan alat dan pembuatan aplikasi pengendali lampu ruangan adalah sebagai berikut:

1. Rata-rata *best fitness* yang didapat menunjukkan seleksi turnamen modifikasi kedua lebih tinggi daripada seleksi turnamen pertama karena pada seleksi turnamen kedua individu yang dapat melakukan turnamen hanya individu yang nilai *fitness* nya tinggi dikalikan dengan probabilitas seleksi.
2. Rata-rata total jarak tempuh yang didapat pada seleksi turnamen modifikasi kedua juga lebih pendek daripada seleksi turnamen pertama karena semakin tinggi nilai *fitness* maka semakin pendek total jarak.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Matai, R., Sing, S. & Mitta, L. M. 2012. Traveling Salesman Problem: An Overview of Applications, Formulations, and Solution Approaches. IntechOpen: Rijeka. <https://doi.org/10.5772/12909>
- [2] Taiwo, O. S., Mayowa, O. O. & Ruka, K. B. 2013. Application of Genetic Alorihm to Solve Traveling Salesman Problem. International Journal of Advance Research (IJOAR), 1(4): 27-48.
- [3] Sivanandam, S. N. & Deepa, S. N. 2008. Introduction to Genetic Algorithms. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: New York. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-73190-0>
- [4] Goldberg, D. E. 1989. Genetic Algorithms In Search Optimization And Machine Learning. Addison-Wesley Professional: Massachusetts.
- [5] TSPLIB, <http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/index.html>
- [6] Santi. P., 2013. Pengaruh Tournament Selection Terhadap Pengukuran Kinerja Genetic Algorithm Dalam Menyelesaikan Traveling Salesman Problem. Tesis. Tidak Diterbitkan. Fasilkom-TI. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- [7] El, M. A., Jebari, K., Bouroumi, A. & Ettouhami, A. 2011. A Fuzzy

Clustering Technique for Adapting Tournament Selection. International Journal of Soft Computing 6(3): 62-67.

- [8] Razali, N. M & Geraghty, J. 2011. Genetic Algorithm Performance with Different Selection Strategies in Solving TSP. Proceedings of the World Congress on Engineering 2011. The 2011 International Conference of Computational Intelligence and Intelligent Systems Special Session: Computational Intelligence and Intelligent Systems in Industrial Engineering, pp. 1134-1139.
- [9] <http://www.theprojectspot.com/#!/tutorial>
- [10] S. Gupta. & P. Poonam. 2013. Solving Travelling Salesman Problem Using Genetic Algorithm. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 3(6): 376-380.
- [11] Beed, R.S., Sankar, S., Roy, A., & Chatterjee, S. 2017. A Study of the Genetic Algorithm Parameters for solving Multi-Objective Travelling Salesman Problem. International Conference on Information Technology (ICIT). pp: 23-29.
- [12] K. Deep, & H, Mebrahtu. 2012. Variant Of Partially Mapped Crossover For The Travelling Salesman Problems. International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, 3(1): 47-69.