

Analisis Komparasi Genetic Algorithm dan Firefly Algorithm pada Permasalahan *Quadratic-Assignment-Problem* (QAP)

Desi Novianti^{1*}, Dewi Anjani²

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia
¹desi.novi4nti@gmail.com, ²dewiunindra@gmail.com

Informasi Artikel

Article historys:

Diterima Jan 4, 2022
Revisi 1 Jan 7, 2022
Revisi 2 Jan 9, 2022
Dipublis Jan 30, 2022

Kata Kunci:

Algorithm comparison
Firefly Algorithm
Genetic Algorithm
Quadratic Assignment Problem

ABSTRACT

Quadratic Assignment Problem (QAP) is the problem of determining the location of several facilities to a certain number of places to minimize the cost of moving. This displacement considers the flow of material or people movement and the distance between locations. Many studies have developed several efficient methods for solving QAP, one of which is metaheuristics. In this paper, the metaheuristic methods used are Genetic Algorithm (GA) and Firefly Algorithm (FA). The data used is taken from the Nugent data on QAPLIB with 12x12, 16x16, 20x20, and 30x30 matrices. This study proves that FA is an algorithm that produces the most optimal results with indicators in the test getting the best results (12x12 and 16x16), having better average and deviation values and faster computational time than GA. Meanwhile, for comparing the results obtained by the Nugent, FA also has more optimal results on the 12x12 and 16x16 matrices. However, the 20x20 and 30x30 GA metrics get more optimal results.

**Koresponden Author*

Desi Novianti,
Jurusan Teknik Informatika,
Universitas Indraprasta PGRI Jakarta,
Jl. Nangka Raya No.58 C, Jakarta Selatan, Indonesia.
Email: desi.novi4nti@gmail.com



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

1. PENDAHULUAN

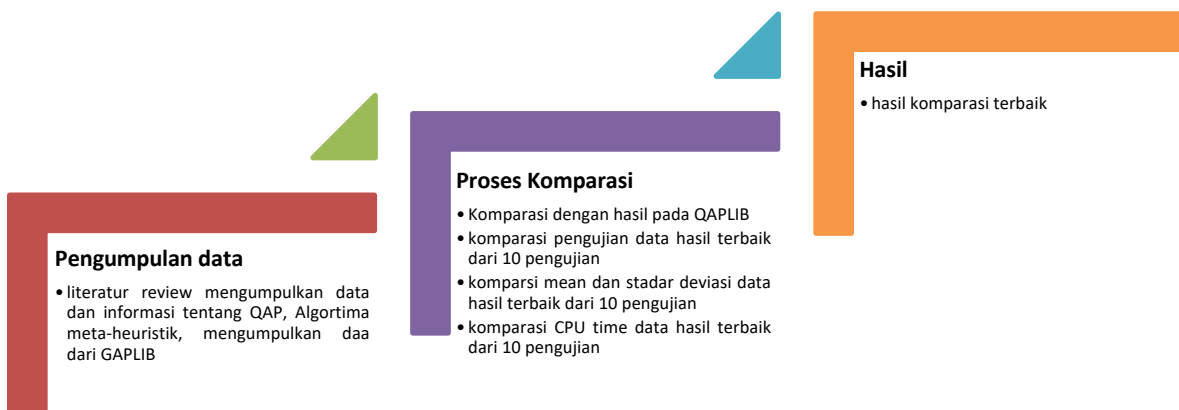
Quadratic Assignment Problem (QAP) adalah masalah optimasi kombinatorial dan dianggap sebagai salah satu masalah yang paling sulit diketahui. Masalah optimasi yang melibatkan variabel keputusan diskrit disebut masalah optimasi kombinatorial atau diskrit [1]. Secara umum, QAP adalah masalah menetapkan set fasilitas ke set lokasi di mana aliran/berat hadir antara setiap pasangan fasilitas dan jarak yang tersedia antara setiap pasangan lokasi [2]. Tujuannya adalah untuk menetapkan satu set fasilitas ke lokasi untuk meminimalkan total biaya penugasan dengan kendala bahwa setiap fasilitas ditugaskan hanya satu tempat, dan setiap area ditunjuk hanya satu fasilitas [1].

Dalam riset operasi, QAP adalah masalah optimasi kombinatorial yang signifikan. Ketika ukuran masalah QAP meningkat, menjadi tidak mungkin untuk menyelesaikan masalah dalam waktu polinomial. Beberapa masalah praktis seperti tata letak rumah sakit dan kampus, alokasi gerbang ke pesawat di bandara, dan masalah kabel backboard listrik dapat dimodelkan sebagai QAP [3].

Banyak penelitian mengembangkan beberapa metode yang efisien untuk penyelesaian QAP salah satunya adalah metaheuristik. Metaheuristik merupakan metode dalam kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan optimisasi secara efisien dan cepat [4]. Metode-metode metaheuristik yang dapat digunakan dalam menyelesaikan *Quadratic Assignment Problem (QAP)* adalah *Tabu Search algorithm* [5][6], *Ant Colony Optimization* [7][8], *Genetic algorithm* [9], *Particle Swarm Optimization*[10], *Firefly Algorithm* [11]–[13], *Swallow Swarm Optimization Problem*[14], dan lain sebagainya. Dalam tulisan ini, penulis akan menggunakan *Genetic Algorithm (GA)* dan *Firefly Algorithm (FA)* untuk menyelesaikan permasalahan *Quadratic Assignment Problem (QAP)*.

2. METODE PENELITIAN/ALGORITMA

Penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu pengumpulan data, proses komparasi algoritma dan hasil (gambar 1). Tahap pengumpulan data bertujuan untuk menghasilkan data-data yang akan digunakan pada pengujian algoritma. Data yang dikumpulkan berupa informasi tentang QAP, algoritma GA dan FA, sementara data uji berupa data fasilitas lokasi di ambil dari referensi QAP-Library (QAPLIB) [15].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahap Komparasi algoritma adalah tahap dimana proses melakukan perbandingan hasil dengan menggunakan algoritma. Dimana algoritma yang menghasilkan hasil yang paling optimal merupakan algoritma yang terbaik. Tahapan komparasi ini terbagi atas 4 tahap yaitu komparasi hasil berdasarkan hasil terbaik antara hasil QAPLIB, proses GA dan FA. Kemudian menurut [16] untuk melakukan komparasi yang lebih optimal maka harus melakukan tahap komparasi pengujian data hasil terbaik dengan pengulangan uji, komparasi hasil uji dengan *mean* dan standar deviasi, dan komparasi waktu komputasi. Sementara tahap hasil menentukan algoritma terbaik dengan melihat hasil uji terbaik dari tahap komparasi.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data untuk QAP diambil dari data Nugent dalam referensi *QAP-Library* (QAPLIB) untuk data digunakan berupa matriks berukuran 12x12, 16x16, 20x20, dan 30x30. Untuk pengujian yang dilakukan pada *Genetic Algorithm* parameter-parameter yang digunakan sebagai berikut:

1. Jumlah Generasi (G) yang digunakan adalah 500.
2. Ukuran Populasi/Kromosom (N) yang digunakan adalah 40.
3. Probabilitas *Crossover* (Pc) yang digunakan adalah 0.4.
4. Probabilitas Mutasi (Pm) yang digunakan adalah 0.8.
5. Metode Seleksi yang digunakan adalah *Roulette Wheel Selection*.
6. Metode *Crossover* yang digunakan adalah *Permutation Crossover*.
7. Metode Mutasi yang digunakan adalah *Swapping Mutation*

Sementara Untuk pengujian yang dilakukan pada *Firefly Algorithm* menggunakan parameter sebagai berikut:

1. $\alpha_t = 0.2$
2. $t = 500$
3. $\delta = 0.98$.
4. $\beta = 2$
5. $\gamma = 1$.
6. $n = 20$

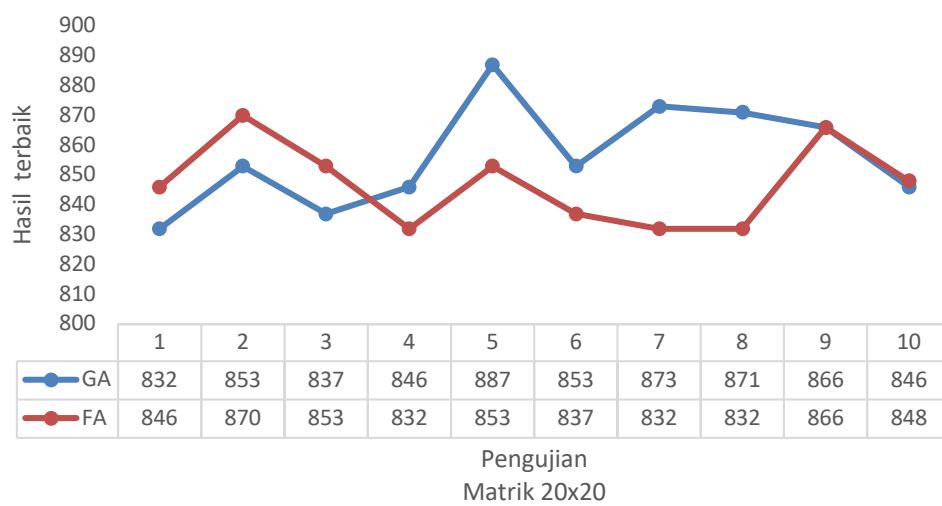
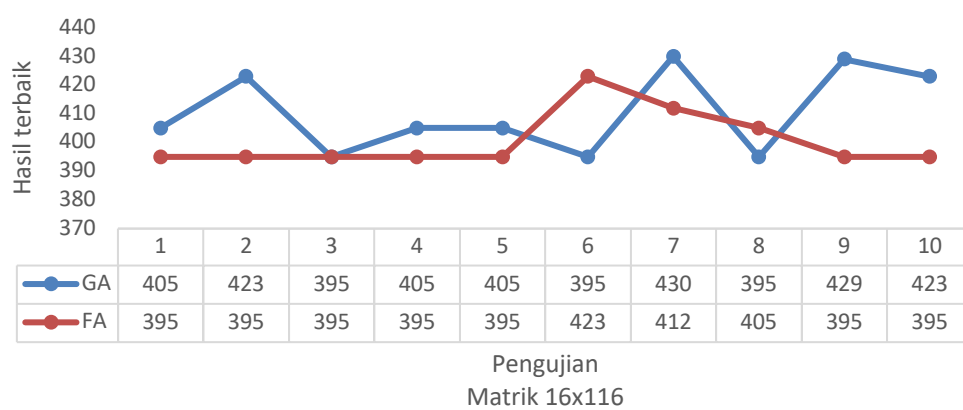
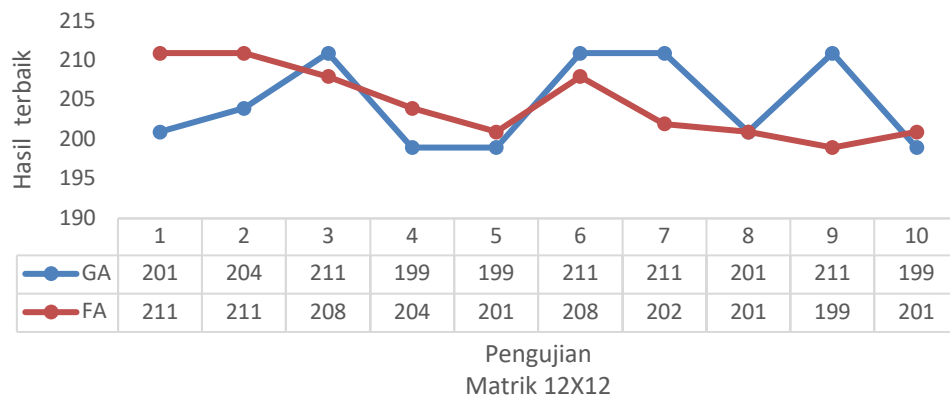
Pada pengujian pertama data berdasarkan matriks ukuran yang terdapat pada QAPLIB yang diuji cobakan dengan algoritma GA dan FA untuk data *Nugent* diperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel 1.

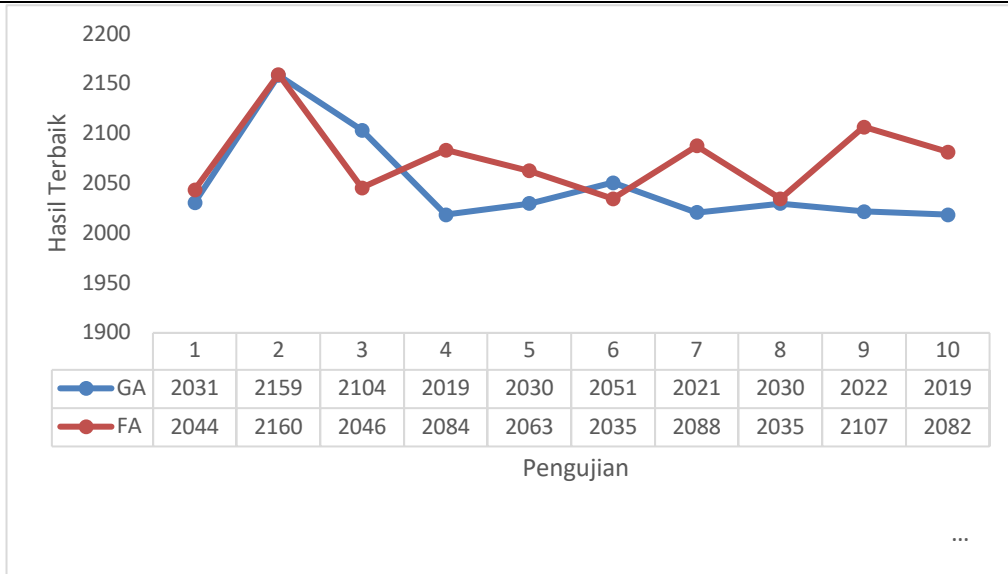
Tabel 1. Perbandingan hasil terbaik dari QAPLIB, GA-QAP, dan FA-QAP

nxn	QAPLIB	GA-QAP	FA-QAP
12X12	578	201	201
16X16	1240	405	395
20X20	2570	832	846
30X30	6124	2031	2044

Perbandingan yang ditunjukkan pada tabel 1 memberikan informasi bahwa solusi menggunakan FA bisa mendapatkan solusi minimal dari hasil solusi pada QAPLIB melalui data Nugent, dan juga dari data yang dihasilkan dengan menggunakan GA (matrik 12x12 dan 16x16). Hal ini menunjukkan bahwa algoritma FA dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan QAP, dan memiliki solusi yang lebih optimal dari GA. Namun jika dilihat pada matrik 20x20 dan 30x30 solusi paling optimal adalah algoritma GA, sehingga pada tahap ini FA belum dapat dikatakan algoritma yang memiliki solusi optimal.

Sementara, untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat tentang perbandingan ke dua algoritma ini, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian berulang pada setiap data yang dapat dilihat pada gambar 2.





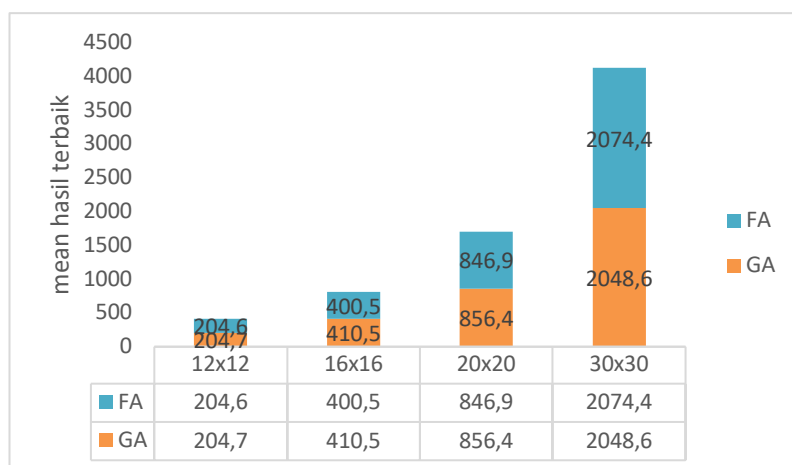
Gambar 1. Grafik Hasil perbandingan pengujian dari algoritma metaheuristik

Gambar 2 menunjukkan setiap algoritma metaheuristik akan dilakukan pengujian data sebanyak 10 kali pengulangan. Dari hasil pengulangan tersebut didapat hasil yang paling optimal terlihat pada tabel 2. Yang menunjukkan bahwa algoritma FA lebih optimal dari pada algoritma GA.

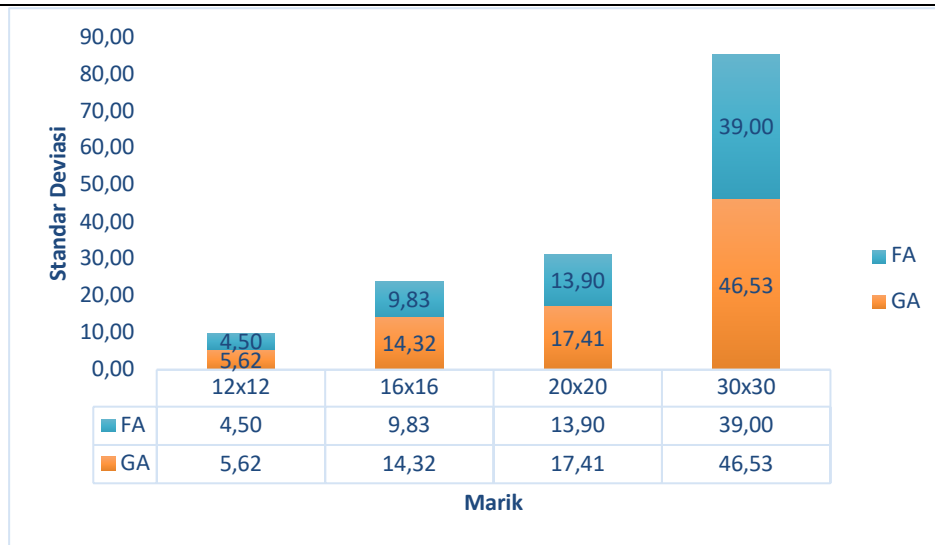
Tabel 2. Perbandingan Hasil terbaik dari 10 pengujian GA dan FA

nxn	GA		FA	
	Hasil terbaik	Hasil pengujian ke	Hasil terbaik	Hasil pengujian ke
12x12	199	4, 5, 10	199	9
16x16	395	6, 8	395	1, 2, 3, 4, 5
20x20	832	1	832	7, 8
30x30	2019	4, 10	2035	6, 8

Untuk itu untuk mencari hasil yang lebih optimal maka dicari kedekatan nilai yang paling optimal dari hasil terbaik, yaitu dengan cara mencari nilai *Mean* dan standar deviasi dari nilai hasil yang terbaik dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

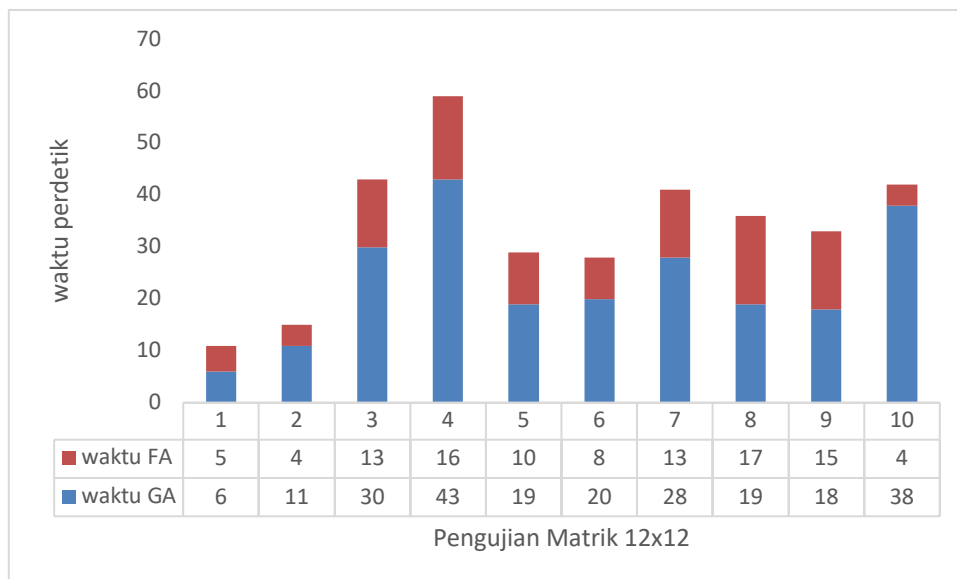


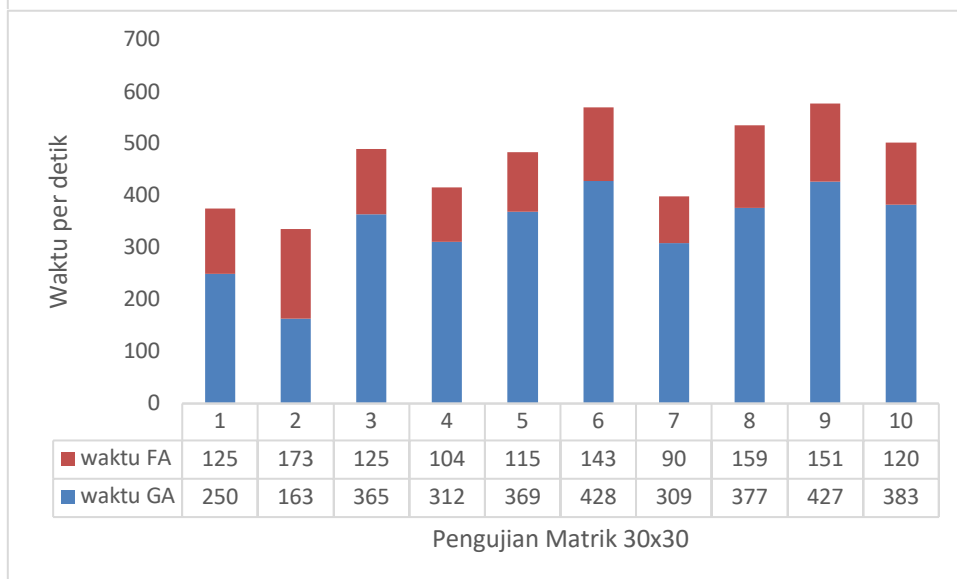
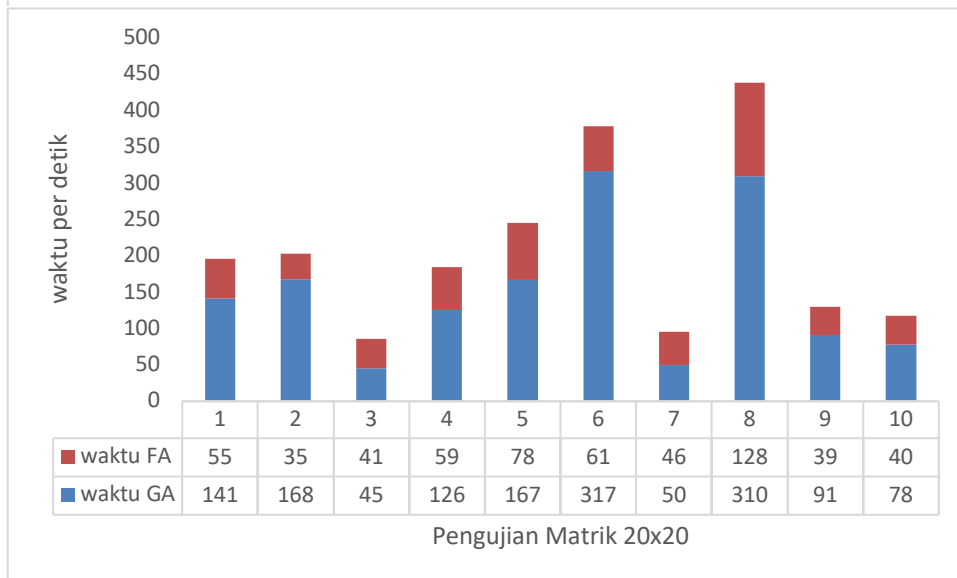
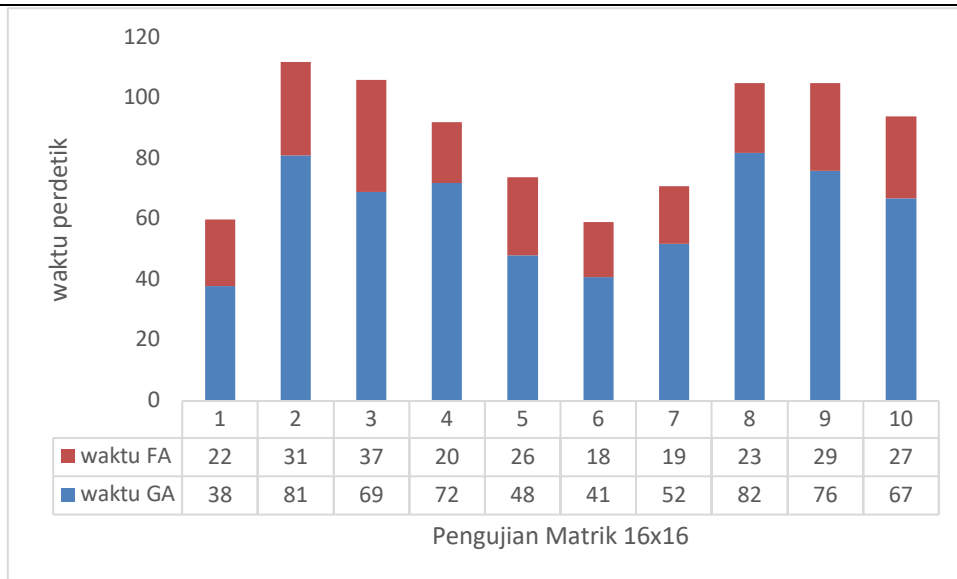
Gambar 2. Grafik perbandingan nilai Mean hasil terbaik dari algoritma metaheuristik



Gambar 3. Grafik perbandingan nilai Standar deviasi hasil terbaik dari algoritma metaheuristik Gambar 3 dan gambar 4 menunjukkan bahwa FA menghasilkan rata-rata dan standar deviasi yang lebih optimal, sehingga dari standar deviasi maka algoritma FA lebih unggul dari algoritma GA dalam menghasilkan hasil terbaik pada GA.

Langkah selanjutnya untuk menghasilkan algoritma terbaik dari FA dan GA adalah dengan membandingkan waktu per detik yang dapat menghasilkan nilai terbaik dapat dilihat pada gambar 5.





Gambar 4. Perbandingan waktu terbaik dalam menghasilkan nilai terbaik

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada dari 4 matrik tersebut algoritma FA mendapatkan waktu tercepat dalam menghasilkan hasil yang terbaik yaitu masing-masing matrik adalah 4, 18, 35 dan 90.

Hasil dari komparasi ini didapatkan bahwa algoritma FA lebih optimal dari algoritma GA terutama untuk matrik 12x12 dan 16x16. Namun jika dilihat dari segi rata-rata dan standar deviasi serta waktu komputasi pada semua matrik, maka FA lebih optimal. Hal ini pun sesuai dengan hasil penelitian [16] namun dengan data yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Quadratic Assignment Problem (QAP) adalah permasalahan penentuan lokasi sejumlah fasilitas ke sejumlah lokasi tertentu dengan tujuan untuk meminimumkan biaya perpindahan. Dimana perpindahan ini memperhitungkan aliran pergerakan material ataupun orang, dan jarak antar lokasi.

Pada penelitian ini data yang digunakan berdasarkan QAPLIB dengan studi kasus Nugent dengan matrik 12x12, 16x16, 20x20, dan 30x30. Indikator dalam perbandingan algoritma ini menggunakan hasil terbaik dari pengujian setiap percobaan, hasil terbaik dari nilai *Mean* dan standar deviasi serta waktu komputasi yang tercepat.

Hasil dari perbandingan algoritma ini, didapatkan bahwa perbandingan antara hasil dari penelitian Nugent berbanding dengan hasil GA dan FA, bahwa pada matrik 12x12 dan 16 x16 maka algoritma FA lebih optimal, namun pada matrik 20x20 dan 30x30 maka algoritma Nugent lebih optimal. Proses ini merupakan hasil perbandingan dari hasil pengujian setiap percobaan. Namun untuk hasil terbaik dari nilai rata-rata dan standar deviasi serta waktu komputasi yang tercepat, algoritma FA lebih optimal dibandingkan dengan algoritma GA.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. K. Bhati and A. Rasool, "Quadratic Assignment Problem and its Relevance to the Real World: A Survey," *International Journal of Computer Applications*, vol. 96, no. 9, pp. 42–47, 2014, doi: 10.5120/16825-6584.
- [2] R. E. Burkard and E. Qela, *The quadratic assignment problem: Handbook of combinatorial optimization*, vol. 3. Kluwer Academic Publishers, 1998. doi: 10.1287/mnsc.9.4.586.
- [3] A. S. Hameed, B. M. Aboobaider, M. L. Mutar, and N. H. Choon, "Quadratic assignment problem (Model, applications, solutions): Review paper," *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 7, pp. 450–460, 2020.
- [4] H. D. Purnomo, *Cara Mudah Belajar Metode Optimisasi Metaheuristik Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Gava Media, 2014.
- [5] J. Skorin-Kapov, "Tabu Search Applied to the Quadratic Assignment Problem," *ORSA Journal on Computing*, vol. 2, no. 1. pp. 33–45, 1990. doi: 10.1287/ijoc.2.1.33.
- [6] A. Silva, L. C. Coelho, and M. Darvish, "Quadratic assignment problem variants: A survey and an effective parallel memetic iterated tabu search," *European Journal of Operational Research*, vol. 292, no. 3, pp. 1066–1084, 2021, doi: 10.1016/j.ejor.2020.11.035.
- [7] N. Ç. Demirel and M. D. Toksari, "Optimization of the quadratic assignment problem using an ant colony algorithm," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 183, no. 1, pp. 427–435, Dec. 2006, doi: 10.1016/J.AMC.2006.05.073.
- [8] M. L. Mutar, B. M. Aboobaider, A. S. Hameed, and N. Yusof, "Enhancing Solutions of Capacity Vehicle Routing Problem based on an Improvement Ant Colony System Algorithm," *Journal of Advanced Research in Dynamic and Control Systems*, vol. Volume 11, no. 01-Special Issue, pp. 1362–1374, 2019, Accessed: Jan. 10, 2022. [Online]. Available: <http://www.jardcs.org/abstract.php?id=242>
- [9] B. Rostami and F. Malucelli, "A revised reformulation-linearization technique for the quadratic assignment problem," *Discrete Optimization*, vol. 14, pp. 97–103, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.DISOPT.2014.08.003.
- [10] C. Lv, H. Zhao, and X. Yang, "Particle swarm optimization algorithm for quadratic assignment problem," *Proceedings of 2011 International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT 2011*, vol. 3, pp. 1728–1731, 2011, doi: 10.1109/ICCSNT.2011.6182302.

- [11] X. S. Yang and X. He, "Firefly algorithm: recent advances and applications," *International Journal of Swarm Intelligence*, vol. 1, no. 1, p. 36, 2013, doi: 10.1504/ijsi.2013.055801.
- [12] N. F. Johari, A. M. Zain, N. H. Mustaffa, and A. Udin, "Firefly algorithm for optimization problem," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 421, no. April, pp. 512–517, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.421.512.
- [13] A. Perdana, "Analisis Komparasi Genetic Algorithm dan Firefly Algorithm pada Permasalahan Bin Packing Problem," *Jurnal & Penelitian Teknik Informatika*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2017.
- [14] S. Bouzidi, M. Bouzidi, and M. E. Riffi, "Solving the quadratic assignment problem using the swallow swarm optimization problem," *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 8, no. 6, pp. 3116–3120, Aug. 2019, doi: 10.35940/IJEAT.F9132.088619.
- [15] R. E. Burkard, S. E. E. Çela, Karisch, and F. Rendl, "QAPLIB - A Quadratic Assignment Problem Library: Problem Instances and Solutions," *Eranda Çela*, 2002. <https://www.opt.math.tugraz.at/qaplib/inst.html#NVR>
- [16] H. Kılıç and U. Yüzgeç, "Improved Antlion Optimization Algorithm for Quadratic Assignment Problem," *Malaysian Journal of Computer Science*, vol. 34, no. 1, pp. 34–60, 2021, doi: 10.22452/mjcs.vol34no1.3.