

Sosialisasi Penggunaan *Exact Solver* dalam Pemecahan Masalah Optimasi Kombinatorial

Winarno*¹, Fahriza Nurul Azizah², Nabila Aulia Gunanti³, Zaskya Indah Vindari⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS.Ronggo Waluyo, Kec. Telukjambe Timur, Karawang

e-mail: *¹winarno@staff.unsika.ac.id, ²fahriza.nurul@ft.unsika.ac.id,

³nabila.aulia@student.unsika.ac.id, ⁴zaskya.indah19155@student.unsika.ac.id

Abstrak

Pengamatan sederhana menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa dalam bimbingan tugas akhir dan pembuatan artikel ilmiah terkait masalah optimasi kombinatorial (MOK) di Program Studi Teknik Industri Universitas Singaperbangsa Karawang, cenderung langsung menggunakan metode heuristik untuk menyelesaikan masalah tanpa membandingkan hasil solusinya dengan solusi dari metode eksak. Hal ini memungkinkan hasil perhitungan yang dilakukan tidak tervalidasi. Tingkat kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam mendesain model matematis dan menyelesaikannya dalam exact solver, mendasarinya dalam mengambil jalan pintas untuk memecahkan MOK tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan sosialisasi bagi mahasiswa untuk memecahkan MOK dengan diawali menggunakan model matematis. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan kepada mahasiswa dalam menggunakan exact solver untuk menyelesaikan model matematis dalam memecahkan MOK. Setelah dilakukan sosialisasi, pengetahuan dan pemahaman mahasiswa meningkat terhadap topik yang dibahas yang ditunjukkan dengan peningkatan rata-rata, median dan modus dari skor post-test masing-masing sebesar 49,97%; 60,3%; dan 19,0% dibandingkan dengan rata-rata, median dan modus dari skor pre-test.

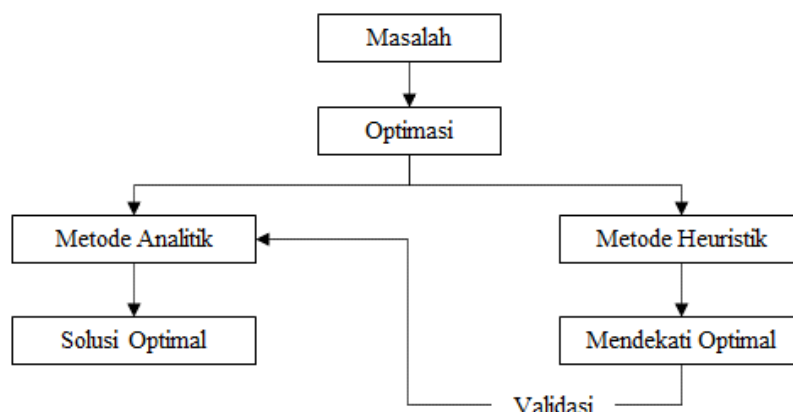
Kata kunci: Masalah Optimasi Kombinatorial, Exact Solver, Sosialisasi

1. PENDAHULUAN

Masalah optimasi kombinatorial (MOK) sering ditemukan dalam obyek-obyek kajian di dalam disiplin Teknik Industri, antara lain Sistem Produksi [1], Logistik seperti *Vehicle Routing Problem* [2], Sistem Rantai Pasok [3] dan obyek lainnya yang perlu dilakukan optimisasi. Kemampuan dalam menyelesaikan MOK sangat menunjang seorang sarjana keteknikan, khususnya sarjana Teknik Industri untuk berkontribusi dalam peningkatan kinerja sistem yang akan dikaji. Selain manfaat aplikasi di lapangan nantinya, dengan kemampuan menyelesaikan MOK tersebut seorang mahasiswa dapat menambah wawasan dalam menghasilkan karya-karya ilmiah tentang penyelesaian masalah-masalah yang lebih dekat dengan dunia nyata selama masa kuliah.

Secara umum penyelesaian MOK dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu metode analitik dan metode heuristik. Metode analitik menjamin perhitungan yang dihasilkan adalah solusi optimal, sedangkan metode heuristik tidak selamanya menghasilkan solusi optimal melainkan mendekati optimal. Metode heuristik merupakan cara untuk memecahkan masalah dengan tahapan-tahapan yang disusun tanpa didasari teori-teori optimasi atau pembuktian analitik [4]. Namun demikian untuk ukuran masalah relatif kecil, metode heuristik juga mampu menghasilkan solusi optimal jika memang solusi tersebut sama dengan solusi optimal yang dihasilkan oleh metode analitik. Dengan demikian sebelum menggunakan heuristik perlu

digunakan metode analitik, agar solusi dari metode heuristik dapat divalidasi. Gambar 1 menunjukkan alur proses penyelesaian masalah optimasi yang umum dilakukan.



Gambar 1. Proses penyelesaian masalah optimasi secara umum

Karena kepastian diperoleh solusi optimal dari metode analitik, dalam literatur menyebutnya sebagai metode eksak atau metode optimasi [5]. Seiring dengan perkembangan kemampuan komputer dalam melakukan komputasi dan semakin kompleksnya masalah yang perlu diselesaikan, telah banyak dikembangkan aplikasi berbantuan komputer (*exact solver*) untuk menyelesaikan masalah tersebut yang lebih cepat dibandingkan dengan perhitungan manual. Beberapa *exact solver* yang dapat digunakan antara lain, Lingo, CPLEX dan lain sebagainya [2].

Obyek kegiatan pengabdian kepada masyarakat (Abdimas) ini adalah mahasiswa pada Program Studi Teknik Industri Universitas Singaperbangsa Karawang, yang selanjutnya disebut sebagai mahasiswa. Berdasarkan hasil pengamatan sederhana dalam bimbingan tugas akhir dan bimbingan pembuatan artikel ilmiah di program studi tersebut, sebagian besar para mahasiswa memilih menggunakan metode heuristik untuk menyelesaikan MOK tanpa dilakukan perbandingan solusi tersebut dengan solusi dari metode eksak, sehingga hasil perhitungan metode heuristik tidak dapat dipastikan kevalidannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan edukasi berupa sosialisasi bagi mahasiswa mengenai proses yang terbaik untuk memecahkan MOK. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan, keterampilan dan kemampuan kepada mahasiswa dalam menggunakan *exact solver* berbasis aplikasi dalam memecahkan MOK.

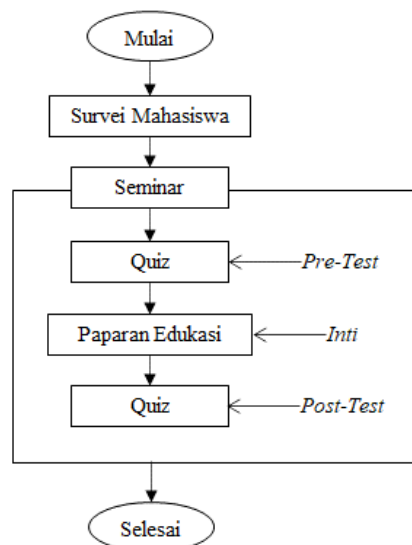
2. METODE

Kegiatan sosialisasi ini diawali dengan survei terhadap mahasiswa untuk memperoleh gambaran awal mengenai apakah mahasiswa telah mengenal atau bahkan telah menggunakan *exact solver* dalam pemecahan MOK. Survei dilakukan kepada mahasiswa seluruh angkatan. Data hasil survei ini, selanjutnya dilakukan perhitungan statistika deskriptif [6] agar diperoleh gambaran informasi berupa proporsi mahasiswa terkait dengan pemahaman awalnya terhadap penggunaan *exact solver* dalam memecahkan MOK.

Tahap berikutnya adalah melakukan seminar sehari dengan topik sosialisasi penggunaan *exact solver* untuk memecahkan MOK. Tahap ini merupakan tahap utama dalam kegiatan Abdimas ini. Tahap ini terdiri dari tiga subtahap yaitu *pre-test*, seminar dan *post-test*. Subtahap *pre-test* adalah memberikan *quiz* kepada peserta seminar yang dilakukan sebelum mengikuti seminar. *Pre-test* dilakukan untuk mengetahui pemahaman awal mahasiswa terhadap penggunaan *exact solver* dalam pemecahan MOK. *Pre-test* tersebut terdiri dari 14 pertanyaan yang membahas

pemahaman istilah-istilah yang digunakan dalam pemecahan MOK, metode pemecahan MOK, penggunaan *A Mathematical Programming Language* (AMPL), studi kasus sederhana dari MOK, dan jenis-jenis *exact solver* serta sifat solusinya. AMPL yang digunakan dalam kegiatan Abdimas ini sama dengan yang digunakan dalam [6-8] untuk menuliskan kode model matematis dalam memecahkan masalah rute kendaraan. Selanjutnya pada subtahap seminar, dilakukan pemaparan kepada peserta seminar tentang program linier, pembentukan model matematis dan tutorial penggunaan *exact solver* untuk menyelesaikan MOK sederhana. Bahasa program yang digunakan untuk menulis *script* adalah AMPL, sedangkan *solver* yang digunakan adalah Gurobi. Subtahap terakhir yaitu *post-test* yang merupakan pengulangan dari *pre-test*, bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan pemahaman peserta terhadap penggunaan *exact solver* dalam memecahkan MOK setelah mengikuti seminar. Hasil skor quiz dari *pre-test* dan *post-test* dihitung statistika deskriptif berupa rata-rata, median, modus dan standar deviasi. Peningkatan skor dihitung berdasarkan skor *post-test* (S_o) dan skor *pre-test* (S_e) menggunakan rumus (1). Alur metode kegiatan sosialisasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.

$$\text{Peningkatan skor} = \frac{(S_o - S_e)}{S_e} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

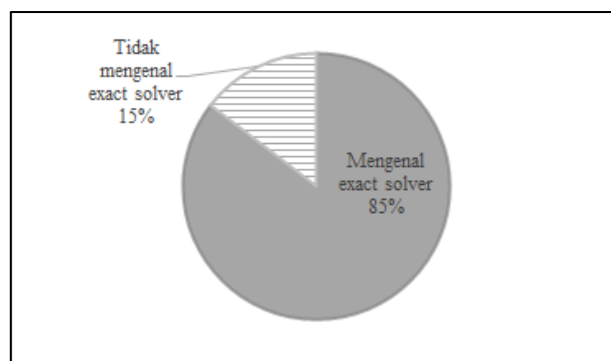


Gambar 2. Metode kegiatan sosialisasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kegiatan Awal

Kegiatan awal berupa survei terhadap mahasiswa dari berbagai angkatan untuk memperoleh gambaran awal mengenai informasi apakah mahasiswa telah mengenal atau bahkan telah menggunakan *exact solver* dalam pemecahan MOK atau belum. Berdasarkan hasil survei awal yang dilakukan pada 21 Oktober 2021, dari 48 responden yang memberikan jawaban dari kuesioner yang disebarakan melalui media sosial, 41 responden menyatakan telah mengenal *exact solver*, sementara sebanyak 7 responden belum mengenalnya. Visualisasi hasil survei awal ditunjukkan dalam Gambar 3.

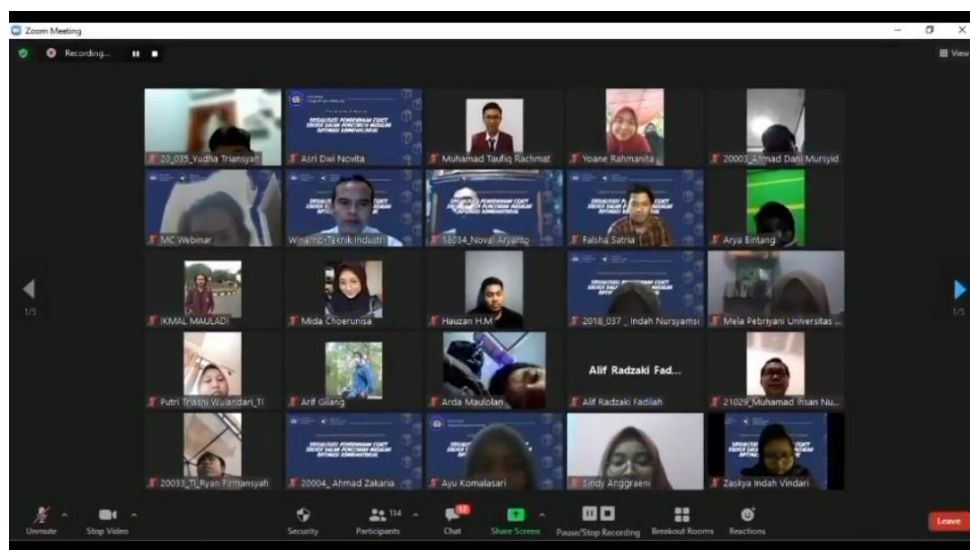


Gambar 3. Hasil survei awal terkait pengenalan *exact solver* pada mahasiswa

3.2 Kegiatan Sosialisasi

3.2.1 Seminar Sosialisasi

Seminar sosialisasi penggunaan *exact solver* dalam memecahkan MOK diselenggarakan secara daring pada 20 November 2021 selama 2,5 jam yang dimulai pada jam 13.30 WIB. Seminar tersebut diikuti oleh 111 mahasiswa Program Studi Teknik Industri dari berbagai angkatan. Gambar 4 menunjukkan visualisasi pelaksanaan seminar tersebut.



Gambar 4. Seminar mengenai sosialisasi penggunaan *exact solver* untuk memecahkan MOK

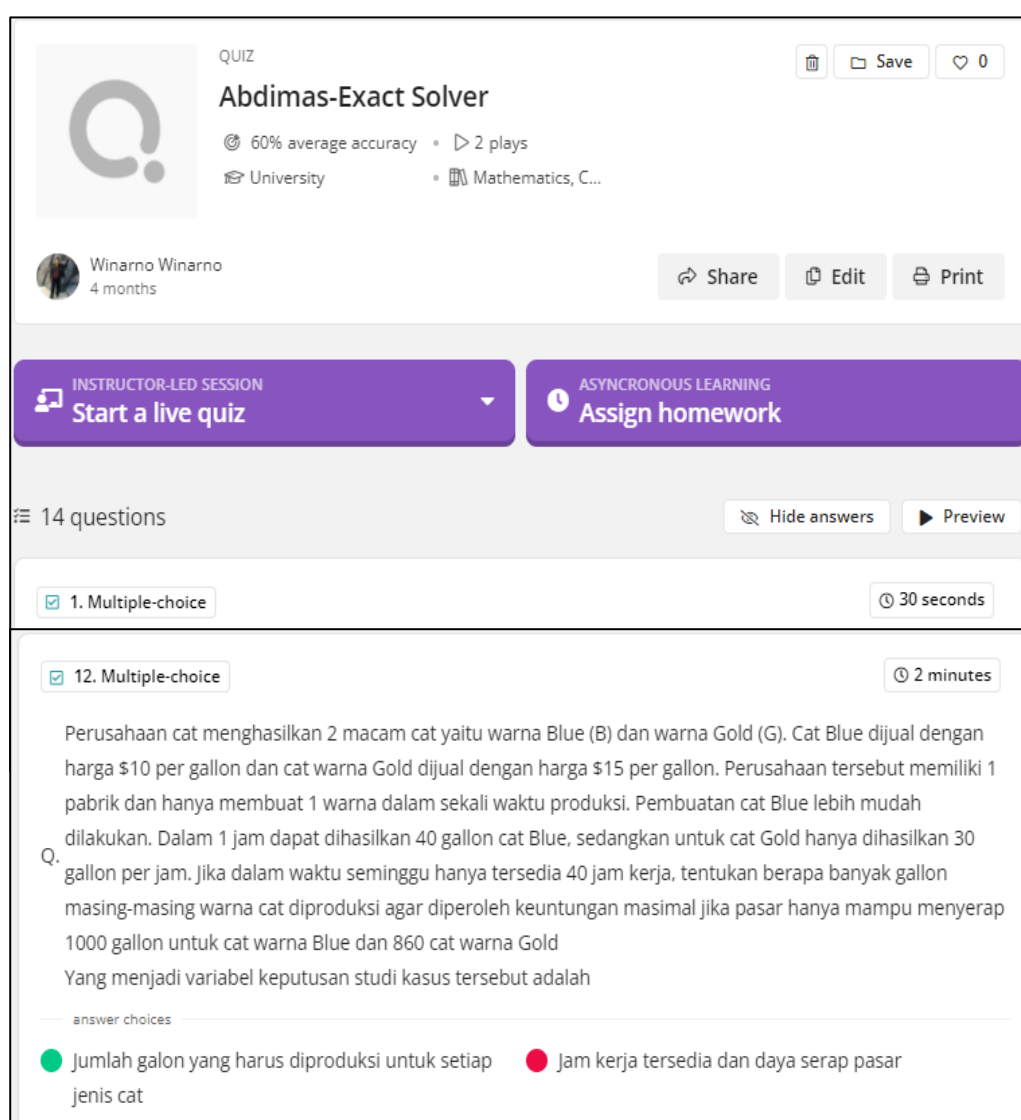
Isi dari seminar terbagi menjadi dua, yakni paparan materi tentang MOK serta penggunaan *exact solver* untuk memecahkannya dan tutorial penyelesaian MOK sederhana menggunakan *exact solver*. Dalam paparan materi, dijelaskan mengenai konsep MOK dan berbagai istilah yang digunakan

3.2.2 Pelaksanaan Pre-Test dan Post-Test dan hasilnya

Pre-test dan *post-test* merupakan *quiz* yang dilakukan menggunakan aplikasi Quizizz. Waktu yang diberikan untuk menjawab soal *quiz* terbagi menjadi dua, yaitu selama 30 detik untuk 11 soal tentang definisi istilah maupun pemahaman konsep dan 2 menit untuk tiga soal tentang studi kasus sederhana. Dari 14 pertanyaan dalam *quiz* membutuhkan total waktu menjawab selama 11,5 menit, namun demikian dalam pelaksanaannya total waktu yang diberikan selama 15 menit. Besaran skor yang digunakan dalam kegiatan abdimas ini merupakan skor yang telah

dihasilkan dari aplikasi Quizizz tanpa merubah nilai apapun. Visualisasi pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* melalui Quizizz disajikan dalam Gambar 5.

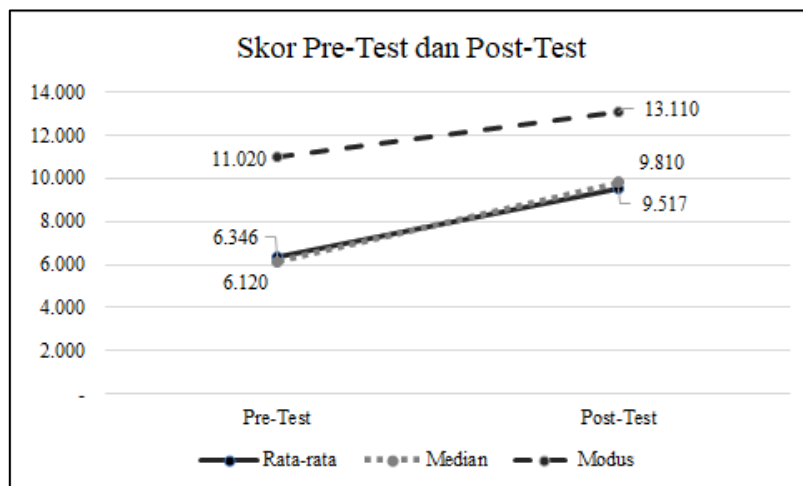
Tabel 1 menampilkan statistika deskriptif skor hasil *pre-test* dan *post-test*. Ukuran yang ditampilkan meliputi rata-rata, median, modus, dan standar deviasi. Berdasarkan rata-rata skor *pre-test* dan *post-test* dan menggunakan rumus (1) menunjukkan adanya peningkatan skor setelah peserta mengikuti seminar sosialisasi dengan persentase peningkatan sebesar 49,97%. Perubahan nilai median skor antara *pre-test* dan *post-test* juga sejalan dengan nilai rata-rata skor, yaitu adanya peningkatan nilai median sebesar 60,3%. Begitu juga untuk nilai modus skor juga menunjukkan adanya peningkatan sebesar 19,0% setelah peserta mengikuti seminar. Meskipun nilai standar deviasi skor semakin meningkat setelah peserta mengikuti seminar, secara umum dapat disimpulkan bahwa dengan adanya seminar sosialisasi tentang penggunaan *exact solver* dalam pemecahan MOK, telah meningkatkan pemahaman kepada mahasiswa terhadap topik tersebut. Gambar 6 merupakan grafik peningkatan skor *pre-test* dengan *post-test* yang dihasilkan melalui Quizizz.



Gambar 5. Visualisasi pelaksanaan *pre-test* dan *post-test* melalui aplikasi Quizizz

Tabel 1. Hasil skor *Pre-Test* dan *Post-Test*

Ukuran	Pre-Test	Post-Test
Rata-rata	6346	9517
Median	6120	9810
Modus	11020	13110
Standar Deviasi	2322	3322

Gambar 6. Grafik perbandingan skor *pre-test* dan *post-test*

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan pelaksanaan kegiatan Abdimas dengan mengadakan seminar mengenai Sosialisasi Penggunaan *Exact Solver* untuk memecahkan Masalah Optimasi Kombinatorial dapat disimpulkan bahwa:

- Masalah Optimasi Kombinatorial dapat dilakukan melalui 2 metode, yaitu metode analitik dan metode heuristik yang dapat diselesaikan dengan *exact solver* seperti Lingo, CPLEX, dan lainnya.
- Metode yang digunakan yaitu metode statistika deskriptif dimana metode tersebut merupakan suatu studi statistik yang membahas mengenai pengumpulan, pengolahan, penyajian, serta perhitungan nilai-nilai dari suatu data yang digambarkan dalam tabel atau diagram dan tidak menyangkut penarikan kesimpulan.
- Skor setelah diadakannya seminar lebih tinggi dibandingkan dengan skor sebelum seminar.
- Seminar sosialisasi tersebut mampu meningkatkan pengetahuan, pemahaman, keterampilan dan kemampuan mahasiswa Teknik Industri Universitas Singaperbangsa Karawang dalam menggunakan *exact solver* untuk memecahkan masalah optimasi kombinatorial.

5. SARAN

Untuk pelaksanaan Abdimas berikutnya sebaiknya tidak hanya berupa sosialisasi dari topik yang diajukan. Terkait dengan penggunaan *exact solver* dalam pemecahan masalah optimasi kombinatorial disarankan sebagai berikut:

- Pembentukan kelompok-kelompok berisi maksimal 4 orang dari mitra abdimas.
- Kelompok tersebut menyelesaikan kasus optimasi kombinatorial dari hasil survei di industri atau masyarakat sekitar lokasi mitra abdimas.

- c. Pendampingan terhadap mitra abdimas dilakukan sejak perumusan masalah, memformulasikan model matematis, membuat kode program di AMPL dan penyelesaian masalah dan validasi hasil solusinya
- d. Keberhasilan kegiatan abdimas diukur tidak hanya berasal dari peningkatan skor *post-test* terhadap skor *pre-test*, namun perlu ada instrumen yang sesuai untuk mengukur keberhasilan dalam setiap tahapan dari perumusan masalah sampai validasi hasil solusi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Singaperbangsa Karawang yang telah membiayai kegiatan Abdimas ini. Begitu juga ucapan terima kasih disampaikan kepada Himpunan Mahasiswa Teknik Industri Universitas Singaperbangsa Karawang sebagai mitra dalam kegiatan Abdimas ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Devani, "Optimasi Perencanaan Produksi dengan Menggunakan Metode Goal Programming," *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 84-91, 2014.
- [2] A. I. SM, R. Ekawati, and N. Febriana, "Optimalisasi rute distribusi air minum quelle dengan algoritma clarke & wright saving dan model vehicle routing problem," *Prosiding SENIATI*, pp. C1. 1-7, 2017.
- [3] F. Imansuri, R. A. Hadiguna, and F. Afrinaldi, "Model Optimasi Perancangan Jaringan Rantai Pasok Biomassa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit di Sumatera Barat," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 1-13, 2019.
- [4] B. Santosa, *Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab*. ITS Tekno Sains, 2017.
- [5] E. W. Perwitasari and S. Subanar, "Penentuan Rute Pengambilan Sampah di Kota Merauke dengan Metode Saving Heuristic," *Jurnal Ilmiah Matrik*, pp. 85-94, 2013.
- [6] F. Y. Vincent, Winarno, S.-W. Lin, and A. Gunawan, "Design of a two-echelon freight distribution system in an urban area considering third-party logistics and loading-unloading zones," *Applied Soft Computing*, vol. 97, p. 106707, 2020.
- [7] V. F. Yu, Winarno, A. Maulidin, A. P. Redi, S.-W. Lin, and C.-L. Yang, "Simulated annealing with restart strategy for the path cover problem with time Windows," *Mathematics*, vol. 9, no. 14, p. 1625, 2021.
- [8] A. D. Nugraha, W. Winarno, and A. F. Hadining, "A Mathematical Model for Solving Distribution System Problem by Considering Odd-Even Vehicle License Plate Rule," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 23, no. 1, pp. 55-64, 2021.