

OPTIMASI ALGORITMA FIREFLY PADA PENENTUAN KANDIDAT SOLUSI AWAL

Yisti Vita Via^{1*}, Rahel Widya Arianti²

^{1,2}Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

²rahelwidya.if@gmail.com

*Corresponding author email: yistivia.if@upnjatim.ac.id

Abstrak— Algoritma Firefly telah banyak diterapkan di berbagai bidang kehidupan dan keilmuan. Algoritma ini diusulkan sebagai algoritma optimasi yang meniru perilaku kunang-kunang yang berkedip dan memancarkan cahaya. Algoritma Firefly telah mampu memberikan solusi untuk berbagai macam masalah optimasi non-linier yang kompleks. Pada penelitian ini dilakukan optimasi pada penentuan kandidat solusi awal yang akan diatur jarak nilai acaknya. Jarak nilai acak ditentukan dengan mempertimbangkan nilai-nilai pada fungsi obyektif dan batasan. Hasil pengujian secara keseluruhan mampu memberikan solusi jumlah produk yang optimal yang bisa diproduksi dengan tidak melebihi batas jumlah bahan baku yang tersedia. Dan dari hasil perhitungan dan perbandingan keuntungan dengan penelitian sebelumnya diperoleh kenaikan sebesar 0,24%. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa pemberian jarak nilai acak pada tahap kandidasi awal solusi sangat berpengaruh terhadap hasil akhir solusi jumlah produk yang optimal berdasarkan keuntungan industri.

Kata Kunci— Optimasi, Algoritma Firefly, Produksi, Metaheuristik, Nature Inspired Algorithm (NIA).

I. PENDAHULUAN

Algoritma Firefly telah banyak diterapkan di berbagai bidang kehidupan dan keilmuan. Sebagai contoh pada tahun 2015, Long dkk. menerapkan algoritma Firefly untuk model prediksi akurat penyakit jantung [1]. Selanjutnya pada tahun 2016, algoritma Firefly digunakan dalam penelitian tentang penentuan desain ekonomi yang optimal untuk penukar panas shell dan tube [2]. Berikutnya terdapat Shukla dan Singh yang menerapkan algoritma Firefly untuk pemilihan nilai optimal parameter proses pada pemrosesan jet air abrasif dan pemrosesan pelepasan listrik di tahun 2017 [3]. Pada tahun 2018, algoritma Firefly dikembangkan oleh Sadhu dkk. di bidang perencanaan jalur untuk lengan robot [4]. Dan pada tahun 2019, Eke dan Marwala melakukan penelitian juga tentang algoritma Firefly dengan topik data estimasi hilang [5].

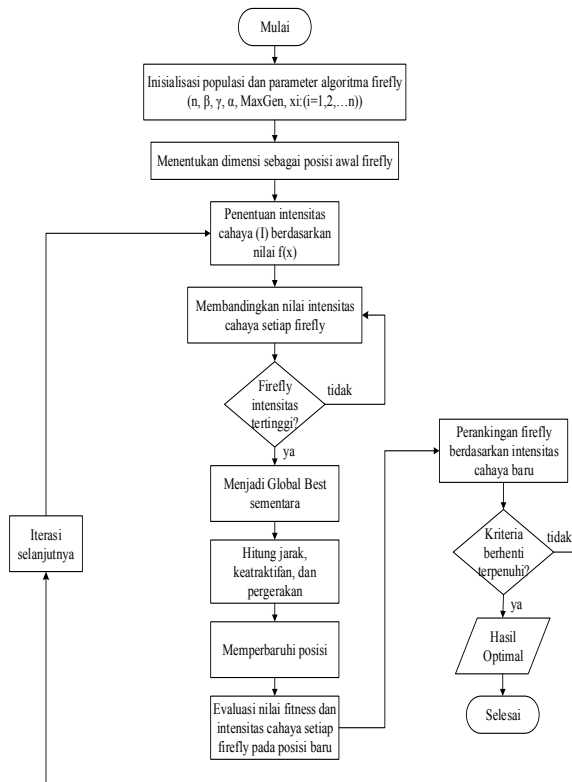
Pada penelitian sebelumnya, algoritma Firefly telah diterapkan untuk masalah optimasi produksi. Algoritma ini digunakan untuk menentukan berapa jumlah produk maksimal yang dapat dihasilkan pada proses produksi dengan menyesuaikan persediaan bahan baku yang ada. Dengan menggunakan fungsi obyektif dan fungsi batasan, algoritma Firefly dapat menentukan jumlah produk maksimum yang bisa dihasilkan oleh industri tanpa melebihi jumlah bahan baku yang tersedia.

Setelah dilakukan analisa terhadap hasil percobaan, ternyata jumlah masing-masing produk pada solusi yang dihasilkan oleh algoritma Firefly selisihnya sangat jauh. Memang ketika dilakukan perhitungan laba mampu menunjukkan kenaikan dibandingkan produksi sebelumnya. Namun adanya selisih yang jauh diantara kedua produk yang dihasilkan akan membuat stok produk juga mengalami ketimpangan yang bisa mengakibatkan tidak terpenuhinya permintaan konsumen terhadap masing-masing dari produk tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan optimasi yang menangani permasalahan tersebut. Optimasi dilakukan pada penentuan kandidat solusi awal yang akan diatur jarak nilai acaknya. Jarak nilai acak ditentukan dengan mempertimbangkan nilai-nilai pada fungsi obyektif dan batasan. Dengan adanya perbaikan ini diharapkan, ketimpangan jumlah produksi di antara dua produk atau lebih akan dapat dihindari.

II. METODOLOGI

Algoritma Firefly merupakan algoritma metaheuristik berbasis populasi yang tergolong ke dalam kelompok Nature Inspired Algorithm (NIA). Algoritma ini pertama kali dikembangkan oleh Xin She Yang pada akhir tahun 2008 di Universitas Cambridge [6]. Algoritma ini diusulkan sebagai algoritma optimasi yang meniru perilaku kunang-kunang yang berkedip dan memancarkan cahaya. Algoritma Firefly telah mampu memberikan solusi untuk berbagai macam masalah optimasi non-linier yang kompleks [7]. Tahapan algoritma Firefly diilustrasikan pada Gambar 1.



Gbr. 1 Flowchart algoritma Firefly.

Langkah awal pada algoritma Firefly adalah inisialisasi jumlah populasi dan nilai beberapa parameter untuk proses konvergensi populasi, serta penentuan dimensi awal untuk posisi kunang-kunang. Jumlah populasi yang digunakan pada penelitian ini disamakan dengan penelitian sebelumnya yaitu 15. Sedangkan untuk nilai parameter alpha (α), beta (β), dan gamma (γ) masing-masing ditentukan bervariasi yang dijelaskan pada skenario percobaan. Karena studi kasus yang digunakan adalah industri dengan dua produk, maka dimensi posisi dibuat X dan Y . Pada tahap inilah nilai inisialisasi kandidat awal solusi dilakukan optimasi. Sebelumnya posisi awal kunang-kunang ditentukan secara acak. Namun di sini nilai acak itu akan ditentukan antara 0-40 untuk masing-masing dimensi. Hal ini dilakukan mengingat bahwa pada penelitian sebelumnya terdapat sebuah fungsi batasan dimana jumlah total kedua produk adalah 80 ketika dijumlahkan.

Tahap selanjutnya adalah menghitung intensitas cahaya (I) dengan menggunakan fungsi $F(x)$ pada persamaan (1) berdasar pada penelitian sebelumnya.

$$F(x) = W_1 * (83180X + 82655Y) + W_2 * (-120X - 110Y) \quad (1)$$

Dimana W_i adalah bobot ke- i dari fungsi obyektif, $i=1,2,3,\dots,n$. Karena ada dua fungsi maka bobot masing-masing bernilai 0,5. Nilai 83180 dan 82655 masing-masing merupakan selisih antara harga penjualan dengan ongkos produksi. Sedangkan nilai -120 dan -110 masing-masing merupakan konstanta waktu produksi setelah dilakukan invers terhadap nilai minimumnya.

Setelah dilakukan perhitungan nilai intensitas cahaya untuk semua populasi, maka selanjutnya adalah menentukan kunang-kunang mana yang memiliki intensitas cahaya paling tinggi. Kunang-kunang ini yang akan dijadikan solusi sementara dan sebagai arah pergerakan kunang-kunang lainnya pada tahapan berikutnya.

Berikutnya adalah menghitung jarak setiap kunang-kunang dengan kunang-kunang solusi menggunakan rumus Euclidean. Serta menghitung nilai keatraktifan pergerakan kunang-kunang menggunakan persamaan (2).

$$\beta(r) = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (2)$$

Dimana $\beta(r)$ adalah atraksi kunang-kunang pada jarak r ; β_0 adalah atraksi kunang-kunang pada jarak $r = 0$; γ koefisien penyerapan cahaya yang mengontrol penurunan intensitas cahaya [0-10]; dan r adalah jarak antar kunang-kunang.

Posisi kunang-kunang kemudian diperbarui setelah melakukan pergerakan berdasarkan perhitungan sebelumnya dengan menggunakan persamaan (3).

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r^2} (x_j - x_i) + \alpha \left(rand - \frac{1}{2} \right) \quad (3)$$

Dimana x_i adalah kunang-kunang pada dimensi i ; x_j adalah kunang-kunang pada dimensi j ; β_0 adalah atraksi kunang-kunang pada $r = 0$; γ adalah koefisien penyerapan cahaya yang mengontrol penurunan intensitas cahaya [0-10]; r adalah jarak antara kunang-kunang; α adalah parameter acak antara 0 hingga 1; dan $rand$ adalah nilai acak antara 0 sampai 1.

Kunang-kunang akan terus melakukan pergerakan dan penghitungan nilai intensitas cahaya sampai dimungkinkan bahwa tidak ada lagi kunang-kunang yang bergerak lebih dari nilai batas ambang pergerakan. Sehingga didapatkan nilai X dan Y yang dalam hal ini adalah nilai solusi jumlah dua produk yang dianggap maksimal.

III. ANALISA HASIL PERCOBAAN

Pada bagian ini pembahasan akan dilakukan seputar hasil percobaan terhadap beberapa variasi parameter alpha (α), beta (β), dan gamma (γ). Beberapa variasi percobaan perlu dilakukan mengingat bahwa inisialisasi awal kandidat solusi dilakukan secara acak.

Sama seperti pada penelitian sebelumnya, setiap parameter diuji 5 kali dengan 5 nilai berbeda, tetapi dengan dua nilai parameter lainnya tetap. Nilai variasi parameter yang menghasilkan nilai intensitas cahaya tertinggi dianggap sebagai nilai parameter terbaik.

TABEL I
UJI COBA PARAMETER ALPHA

Kandidat Solusi	Parameter			Nilai Intensitas Cahaya
	α	β	γ	
38, 42	0,2	0,5	0,001	3311585
36, 44	0,4	0,5	0,001	3311070

Kandidat Solusi	Parameter			Nilai Intensitas Cahaya
	<i>alpha</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>	
35, 45	0,6	0,5	0,001	3310812.5
36, 44	0,8	0,5	0,001	3311070
33, 47	1	0,5	0,001	3310297.5

Untuk pengujian pertama pada Tabel I, parameter alpha diberikan nilai variasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1, dengan nilai beta 0,5 dan nilai gamma 0,001. Dari kelima hasil percobaan yang didapat, nilai alpha sebesar 0,2 mampu memberikan nilai intensitas cahaya tertinggi yaitu 3311585.

TABEL II
UJI COBA PARAMETER BETA

Kandidat Solusi	Parameter			Nilai Intensitas Cahaya
	<i>alpha</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>	
38, 42	0,2	0,1	0,001	3311585
37, 43	0,2	0,25	0,001	3311327.5
35, 45	0,2	0,5	0,001	3310812.5
34, 46	0,2	0,75	0,001	3310555
33, 47	0,2	1	0,001	3310297.5

Nilai alpha 0,8 kemudian digunakan untuk 5 uji coba parameter beta dengan variasi nilai beta yaitu 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; dan 1, dengan nilai parameter gamma sama dengan percobaan sebelumnya pada parameter alpha yaitu 0,001. Dari kelima hasil percobaan pada Tabel II didapatkan nilai beta terbaik sebesar 0,1 dengan nilai intensitas cahaya tertinggi yaitu 3311585.

Nilai alpha 0,8 dan nilai beta 0,1 kemudian digunakan untuk 5 percobaan menggunakan parameter gamma dengan variasi nilai 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; dan 1. Kelima hasil percobaan nilai parameter gamma terbaik pada Tabel III adalah 0,01 dengan nilai intensitas cahaya 3310812,5.

TABEL III
UJI COBA PARAMETER GAMMA

Kandidat Solusi	Parameter			Nilai Intensitas Cahaya
	<i>alpha</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>	
29, 51	0,2	0,1	0,0001	3309267.5
27, 53	0,2	0,1	0,001	3308752.5
35, 45	0,2	0,1	0,01	3310812.5
34, 46	0,2	0,1	0,1	3310555
34, 46	0,2	0,1	1	3310555

Ketiga nilai parameter terbaik ini akan digunakan untuk melakukan uji coba terakhir. Apabila sudah diketahui solusi jumlah produk maksimal, maka perhitungan keuntungan industri dapat dilakukan dengan memasukkan nilai jumlah produk ke dalam fungsi obyektif laba. Perbandingan peningkatan dengan keuntungan produksi industri pada

penelitian sebelumnya juga dapat dibandingkan. Sehingga dapat diukur kinerja metode yang diajukan dalam penelitian ini untuk menangani masalah optimalisasi keuntungan industri.

Pengujian menggunakan tiga nilai parameter terbaik juga dilakukan sebanyak 5 kali. Hal tersebut harus dilakukan untuk mengatasi masalah tidak konsistennya hasil yang diperoleh pada setiap percobaan dikarenakan nilai solusi awal yang masih acak dan belum diberikan jarak nilai.

TABEL IV
UJI COBA PARAMETER GAMMA

Kandidat Solusi	Parameter			Nilai Intensitas Cahaya
	<i>alpha</i>	<i>beta</i>	<i>gamma</i>	
35, 45	0,2	0,1	0,01	3310812,5
35, 45	0,2	0,1	0,01	3310812,5
36, 44	0,2	0,1	0,01	3311070
35, 45	0,2	0,1	0,01	3310812,5
35, 45	0,2	0,1	0,01	3310812,5

Lima hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel IV menunjukkan bahwa hasil solusi kandidat terbaik adalah jumlah produk X yaitu 36 dan produk Y yaitu 44, dengan nilai intensitas cahaya terbesar 3311070. Kedua kuantitas produk ini kemudian dimasukkan ke dalam fungsi obyektif laba untuk menentukan besarnya keuntungan produksi.

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= 83180X + 82655Y \\ \text{Keuntungan} &= 83180(36) + 82655(44) \\ \text{Keuntungan} &= 2994480 + 3636820 = 6631300 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah produksi maksimum produk X adalah 36 dan produk Y adalah 44, sehingga diperoleh keuntungan sebesar 6631300.

Untuk menghitung kenaikan keuntungan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, jumlah produk X dan Y yaitu 78 dan 2 juga dimasukkan dalam fungsi obyektif laba.

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= 83180X + 82655Y \\ \text{Keuntungan} &= 83180(78) + 82655(2) \\ \text{Keuntungan} &= 6488040 + 165310 = 6653350 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa keuntungan pada penelitian sebelumnya adalah 6653350. Dengan demikian persentase kenaikan keuntungan dapat dihitung sebagai berikut:

$$(6631300 - 6653350) / 6653350 * 100\% = 0,24\%$$

Persentase ini merupakan peningkatan atau bisa dikatakan hasil optimasi keuntungan industri setelah menggunakan optimasi algoritma Firefly yaitu 0,24%.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menerapkan algoritma Firefly pada kasus optimasi keuntungan produksi industri dengan menggunakan jarak nilai acak pada kandidat solusi awal. Pada

simulasi yang dilakukan dengan variasi beberapa parameter didapatkan parameter terbaik yaitu $\alpha = 0.2$; $\beta = 0.1$; $\gamma = 0.01$ untuk mencapai kondisi optimal berdasarkan intensitas cahaya kunang-kunang.

Hasil pengujian secara keseluruhan mampu memberikan solusi jumlah produk yang optimal yang bisa diproduksi dengan tidak melebihi batas jumlah bahan baku yang tersedia. Dan dari hasil perhitungan dan perbandingan keuntungan dengan penelitian sebelumnya diperoleh kenaikan sebesar 0,24%. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa pemberian jarak nilai acak pada tahap kandidasi awal solusi sangat berpengaruh terhadap hasil akhir solusi jumlah produk yang optimal berdasarkan keuntungan industri.

Penelitian mendatang yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performansi algoritma Firefly ini antara lain dengan melakukan penerapan kembali pada kasus-kasus yang memiliki lebih dari dua dimensi solusi pada fungsi obyektifnya sehingga dapat dianalisa lebih lanjut terkait kehandalan algoritma Firefly dalam membantu memberikan solusi atas permasalahan optimasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada susunan redaksi dan kepanitiaan SANTIKA 2020 telah memberikan kesempatan untuk publikasi hasil penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N.C. Long, P. Meesad, H. Unger, "A highly accurate firefly based algorithm for heart disease prediction," *Expert Syst. Appl.* 42 8221–8231, 2015.
- [2] G. Avendaño Franco, A.H. Romero, "Firefly algorithm for structural search," *J. Chem. Theory Comput.* 12 3416–3428, 2016.
- [3] R. Shukla, D. Singh, "Selection of parameters for advanced machining processes using firefly algorithm," *Eng. Sci. Technol. Int. J.* 20 212–221, 2017.
- [4] A.K. Sadhu, A. Konar, T. Bhattacharjee, S. Das, "Synergism of firefly algorithm and Q-learning for robot arm path planning," *Swarm Evol. Comput.* 43 50–68, 2018.
- [5] C.A. Leke, T. Marwala, Missing data estimation using firefly algorithm, in: *Deep Learn. Missing Data Eng. Syst*, Springer International Publishing, Cham, pp. 73–89, 2019.
- [6] X.-S. Yang, "Firefly algorithms for multimodal optimization," in: *Stoch. Algorithms Found. Appl*, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 169–178, 2009.
- [7] M. Singh, R.N. Patel, D.D. Neema, "Robust tuning of excitation controller for stability enhancement using multi-objective metaheuristic firefly algorithm," *Swarm Evol. Comput.* 44 136–147, 2019.