

Implementasi Algoritma Firefly Untuk Mencari Keuntungan Maksimum Penjualan Barang

Marcellinus Aditya Vitro Darmawan¹, Vieri Arief Maulana², Daniel Bergas Prasetyo³, Ahmad Nouval Chufaiz⁴,
Andreas Nugroho Sihananto^{5*}

^{1,2,3,4}Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

¹21081010107@student.upnjatim.ac.id

²21081010140@student.upnjatim.ac.id

³21081010167@student.upnjatim.ac.id

⁴21081010229@student.upnjatim.ac.id

⁵Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Corresponding author email: andreas.nugroho.jarkom@upnjatim.ac.id

Abstrak— Keuntungan penjualan barang merupakan sebuah target yang dilakukan oleh semua perusahaan demi mendapatkan keuntungan maksimal. Setiap perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan penjualan produk mereka dengan berbagai strategi pemasaran dan promosi. Dalam dunia yang kompetitif ini, kemampuan untuk menentukan strategi penjualan yang optimal menjadi kunci untuk bertahan dan berkembang. Salah satu metode untuk mencapai hal ini adalah melalui optimasi, yaitu proses mencari solusi terbaik dari sejumlah kemungkinan solusi. Algoritma Firefly adalah salah satu metode optimasi yang dapat digunakan untuk tujuan ini. Algoritma ini terinspirasi oleh perilaku kunang-kunang yang menggunakan sinyal cahaya untuk menarik pasangan, di mana kunang-kunang yang lebih terang akan menarik yang lebih gelap untuk mendekat. Dalam konteks optimasi, kecerahan kunang-kunang dapat diartikan sebagai nilai fungsi objektif yang ingin dioptimalkan, dalam hal ini, nilai penjualan. Studi ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma Firefly dalam mencari keuntungan maksimum dari penjualan barang. Dengan memanfaatkan algoritma ini, diharapkan perusahaan dapat menentukan strategi penjualan yang lebih efektif dan efisien.

Kata Kunci— Algoritma Kunang-Kunang, Optimasi, Fungsi Objektif, Penjualan Barang, keuntungan Maksimum.

I. PENDAHULUAN

Keuntungan penjualan barang merupakan sebuah target yang dilakukan oleh semua perusahaan demi mendapatkan keuntungan maksimal. Setiap perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan penjualan produk mereka dengan berbagai strategi pemasaran dan promosi. Dalam dunia yang kompetitif ini, kemampuan untuk menentukan strategi penjualan yang optimal menjadi kunci untuk bertahan dan berkembang.

Terkadang, beberapa perusahaan mengalami kesulitan dalam menghitung keuntungan maksimum secara efisien. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas pasar, perubahan perilaku konsumen, dan banyaknya variabel yang mempengaruhi penjualan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang efektif untuk membantu perusahaan dalam menentukan strategi penjualan yang optimal.

Salah satu metode untuk mencapai hal ini adalah melalui optimasi, yaitu proses mencari solusi terbaik dari sejumlah kemungkinan solusi. Algoritma Firefly dapat digunakan untuk mencari nilai optimal dari keuntungan maksimum dari penjualan barang. Algoritma ini terinspirasi oleh perilaku alami

kunang-kunang dalam menarik pasangan melalui sinyal cahaya. Studi ini bertujuan untuk mengimplementasikan Algoritma Firefly dalam mencari keuntungan maksimum dari penjualan barang. Dengan memanfaatkan algoritma ini, diharapkan perusahaan dapat menentukan strategi penjualan yang lebih efektif dan efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Algoritma kunang-kunang atau firefly algorithm merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Menurut Yang (2014) Firefly Algorithm terinspirasi dari tingkah laku kunang-kunang yang menyala berkedip. Tujuan utama dari perilaku berkedip kunang-kunang tersebut adalah sebagai sinyal untuk menarik kunang-kunang lain menuju dirinya. Kunang-kunang yang menyala lebih terang akan menarik kunang-kunang lain yang menyala kurang terang menuju dirinya.

$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad (2)$$

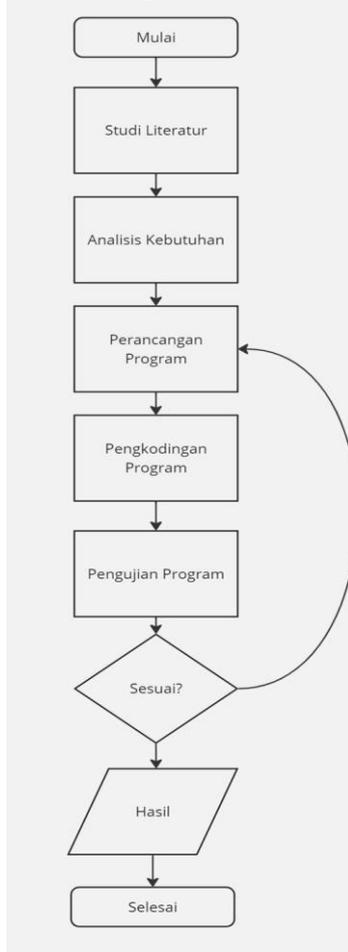
$$x_{i,new}^k = x_{i,tama}^k + \beta_0 e^{-\gamma r^2} (x_{j,tama}^k - x_{i,tama}^k) + \alpha \left(rand - \frac{1}{2} \right) \quad (3)$$

Karena daya tarik kunang-kunang secara langsung bergantung pada intensitas cahaya yang dilihat oleh kunang-kunang di sekitarnya, daya tarik (attractiveness) β pada jarak r dapat dirumuskan dengan menggunakan Persamaan pertama. β_0 adalah daya tarik ketika $r = 0$ (Yang, 2014), dan γ adalah koefisien penyerapan cahaya yang mengendalikan penurunan intensitas cahaya (Kwiecien & Filipowicz, 2012). Jarak antara dua kunang-kunang i dan j , yang dinyatakan oleh x_i dan x_j , dirumuskan dalam Persamaan kedua. x_i^k komponen ke- k dari koordinat spasial x_i milik kunang-kunang i , dan d menunjukkan jumlah dimensi (Kwiecien & Filipowicz, 2012). Pergerakan kunang-kunang i yang tertarik pada kunang-kunang j yang lebih terang dirumuskan dalam Persamaan ketiga.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan, seperti studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan dan pembuatan program, pengujian program, dan pengolahan hasil pengujian. Gambar 1 merupakan diagram alur dari penelitian kami.



Gbr. 1 Diagram Alur Penelitian.

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari terkait penelitian-penelitian yang menggunakan Algoritma Firefly dari jurnal yang ada. Dilanjutkan dengan analisa kebutuhan terkait variabel apa saja yang dapat dimasukkan dalam program sehingga dapat memecahkan kasus dari penelitian ini.

B. Contoh Pemodelan Firefly

Kunang pada penelitian ini akan berupa pemodelan matematika yang mempresentasikan dari kasus pencarian keuntungan maksimum. Berikut salah satu data dari variabel yang akan dimodelkan ke bentuk fungsi.

TABEL I
CONTOH DATASET KASUS

Dimensi	Konstanta	Batas Minimal	Batas Maksimal
x	4.5	10	50

Dimensi	Konstanta	Batas Minimal	Batas Maksimal
y	3.5	30	75
z	3	50	100

Dimensi : nilai yang akan dicari dengan algoritma firefly. Dalam kasus ini, variabel dimensi merupakan jumlah barang.

Konstanta : harga dari barang

Batas Minimal: jumlah minimum dari barang

Batas Maksimum : jumlah maksimum dari barang

$$f(x,y,z) = (kx * x^2) + (ky * y^2) + (kz * z^2)$$

Pemodelan diatas digunakan untuk mencari nilai maksimum dari keuntungan penjualan barang. Ada pula ketentuan tambahan dimana jumlah dari $x+y+z$ tidak boleh lebih dari 150 sehingga penghitungan akan dilakukan lebih presisi.

C. Penyelesaian

Beberapa parameter dalam memecahkan permasalahan pencarian keuntungan maksimum.

TABEL II
PARAMETER ALGORITMA

No	Parameter	Variabel	Nilai
1.	Populasi Firefly	jumlahFirefly	15-40
2.	Jumlah Iterasi	maksEpoch	750-1000
3.	Beta basis	β	1.0
4.	Gamma	γ	1.0
5.	Alpha	α	2
6.	Pergerakan Firefly	rnd	random

Tahapan penyelesaian permasalahan pencarian keuntungan maksimum dengan algoritma firefly:

1. Menginisialisasi populasi firefly dan jumlah maksimum iterasi
2. Menentukan nilai beta basis, gamma, dan alpha
3. Memberikan nilai random pada setiap dimensi firefly
4. Penyesuaian posisi firefly agar sesuai dengan total maksimum
5. Pencarian nilai fungsi setiap firefly
6. Menghitung Intensitas setiap firefly untuk menarik firefly lain
7. Pengecekan firefly apakah berada di posisi terbaik
8. Melakukan pencarian firefly terbaik selama iterasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami melakukan percobaan pada dataset dengan 6 populasi firefly dan iterasi maksimum yang berbeda. Berikut hasil yang kami dapatkan.

A. Firefly 15 - Iterasi 750

TABEL III
HASIL PENGUJIAN 1

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
8	2	34078.50
21	2	34503.50
86	2	34562.50
87	2	34650.00
93	2	34824.00
95	2	34978.50
205	2	35070.00
211	2	35320.00S
288	3	35686.50
297	2	35807.50
301	2	36000.00

```
Epoch = 297, firefly 2, nilai fungsi = 35807.50
Epoch = 301, firefly 2, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00

Waktu eksekusi: 2041.4493 milidetik
```

Gbr. 2 Waktu Eksekusi I

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 15 dan iterasi maksimum 750, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 301, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2041.4493 ms.

B. Firefly 20 - Iterasi 1000

TABEL IV
HASIL PENGUJIAN 2

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
2	3	33919.00
6	2	34042.50
10	2	34334.50
75	2	34562.50
78	2	34686.50
81	2	34824.00
145	3	34880.00
147	2	35098.50
193	2	35302.50
194	2	35386.00
200	2	35630.00
201	2	35686.50
203	2	35807.50
205	2	36000.00

```
Epoch = 203, firefly 2, nilai fungsi = 35807.50
Epoch = 205, firefly 2, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00

Waktu eksekusi: 2067.7423 milidetik
```

Gbr. 3 Waktu Eksekusi II

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 20 dan iterasi maksimum 1000, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 205, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2067.7423 ms.

C. Firefly 30- Iterasi 1500

TABELV
HASIL PENGUJIAN 3

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
7	2	34078.50
8	2	34650.00
42	2	34714.50
43	3	34824.00
49	2	35070.00
50	2	35098.50
51	3	35187.50
55	2	35386.00
78	3	35467.50
84	4	35487.00
85	2	35630.00
85	3	35686.50
86	3	35807.50
227	5	36000.00

```
Epoch = 86, firefly 3, nilai fungsi = 35807.50
Epoch = 227, firefly 5, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00

Waktu eksekusi: 2161.9724 milidetik
```

Gbr.4 Waktu Eksekusi III

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 30 dan iterasi maksimum 1500, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 227, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2161.9724 ms.

D. Firefly 40- Iterasi 1750

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN 4

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
6	5	33919.00
7	3	34078.50
7	4	34207.50

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
16	2	34255.50
18	2	34335.00
21	2	34714.50
27	2	34824.00
30	2	34978.50
32	2	34988.00
33	2	35133.00
34	2	35686.50
62	2	35807.50
79	3	36000.00

```
Epoch = 62, firefly 2, nilai fungsi = 35807.50
Epoch = 79, firefly 3, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00

Waktu eksekusi: 2196.8201 milidetik
```

Gbr.5 Waktu Eksekusi IV

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 40 dan iterasi maksimum 1750, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 79, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2196.8201 ms.

E. Firefly 50- Iterasi 2000

TABELVII
HASIL PENGUJIAN 5

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
0	6	34314.00
3	2	34372.00
6	3	34431.00
7	4	34503.00
8	3	34839.00
16	3	34885.00

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
17	2	35320.00
20	2	35487.00
28	3	35630.00
32	2	35686.50
47	2	36000.00

```
Epoch = 20, firefly 2, nilai fungsi = 35487.00
Epoch = 28, firefly 3, nilai fungsi = 35630.00
Epoch = 32, firefly 2, nilai fungsi = 35686.50
Epoch = 47, firefly 2, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00
Waktu eksekusi: 2308.0516 milidetik
```

Gbr.6 Waktu Eksekusi V

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 50 dan iterasi maksimum 2000, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 47, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2308.0516 ms.

F. Firefly 100- Iterasi 2500

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN 6

Epoch	Firefly	Nilai Fungsi
8	5	34988.00
11	4	35098.50
12	3	35487.00
14	4	35686.50
15	6	35807.50
27	3	36000.00

```
Epoch = 14, firefly 4, nilai fungsi = 35686.50
Epoch = 15, firefly 6, nilai fungsi = 35807.50
Epoch = 27, firefly 3, nilai fungsi = 36000.00

Posisi Terbaik: 10 40 100
Nilai fungsi pada posisi terbaik = 36000.00

Waktu eksekusi: 2370.6178 milidetik
```

Gbr.7 Waktu Eksekusi VI

Dengan jumlah populasi firefly sebanyak 100 dan iterasi maksimum 2500, didapatkan hasil populasi terbaik $x = 10$, $y = 40$, $z = 100$ dengan nilai 36.000.00 pada iterasi ke 27, dengan waktu eksekusi yang diperlukan selama 2370.6178 ms.

G. Perbandingan Hasil

Jika semua hasil akhir dari posisi terbaik pada seluruh percobaan yang telah dilakukan disatukan, maka data tersebut dapat disajikan secara komprehensif dalam tabel berikut. Tabel ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai kinerja setiap percobaan dan memungkinkan analisis lebih mendalam untuk mengidentifikasi pola atau tren tertentu yang mungkin muncul dari hasil tersebut.

TABELIX
PERBANDINGAN HASIL

Perco baan	Populasi Firefly	Iterasi Posisi Terbaik	Hasil	Waktu Eksekusi (ms)
1	15	301	36000.00	2041.4493
2	20	205	36000.00	2067.7423
3	30	227	36000.00	2161.9724
4	40	79	36000.00	2196.8201
5	50	47	36000.00	2308.0516
6	100	27	36000.00	2370.6178

Berdasarkan tabel yang tertera, semua percobaan menunjukkan hasil posisi terbaik yang sama, yakni sebesar 36,000.00. Hal ini menunjukkan konsistensi dalam pencapaian hasil optimal dari berbagai percobaan yang dilakukan. Jumlah populasi firefly juga memainkan peran penting dalam pencarian posisi terbaik, dengan populasi yang lebih besar membantu mempersingkat jumlah iterasi yang diperlukan untuk mencapai hasil optimal. Dengan populasi firefly yang lebih banyak, pencarian posisi terbaik dapat dilakukan lebih efisien, sehingga hasil yang diinginkan dapat dicapai lebih cepat meskipun dengan jumlah iterasi yang rendah.

Namun, jumlah maksimum epoch atau iterasi tetap mempengaruhi waktu eksekusi yang diperlukan oleh program. Semakin tinggi jumlah maksimum epoch, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan eksekusi program. Untuk mengatasi masalah ini, program dapat dimodifikasi dengan mengecilkan jumlah maksimum epoch. Hal ini dapat membantu dalam memperoleh waktu eksekusi yang lebih singkat tanpa mengorbankan kualitas hasil yang dicapai. Dengan demikian, program dapat bekerja lebih efisien dan responsif, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas dan efektivitas dalam penggunaan algoritma Firefly untuk pencarian posisi terbaik. Selain itu, pendekatan ini juga dapat membantu dalam mengurangi beban komputasi dan penggunaan sumber daya, sehingga lebih ramah terhadap sistem dan lingkungan kerja yang digunakan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan percobaan yang telah kami lakukan, algoritma Firefly dapat diimplementasikan secara efektif dalam pencarian keuntungan maksimum dalam kasus penjualan barang. Percobaan ini dilakukan sebanyak 6 kali dengan variasi jumlah populasi Firefly dan iterasi maksimum yang berbeda. Dalam percobaan ini, Firefly diinisialisasi menggunakan pemodelan matematika dengan 3 dimensi, yang mencerminkan variabel-variabel penting dalam konteks penjualan.

Hasil dari percobaan ini menunjukkan posisi terbaik dengan nilai fungsi 36,000.00, di mana dimensi-dimensinya bernilai (10, 50, 100). Rentang waktu eksekusi program berkisar antara 2041.4493 hingga 2370.6178 milidetik. Meskipun nilai tersebut bukan merupakan nilai keuntungan sesungguhnya, melainkan nilai dari variabel-variabel yang dibutuhkan untuk mencapai keuntungan maksimum, hasil ini memberikan panduan yang signifikan bagi strategi penjualan yang optimal.

Selain itu, dari percobaan yang kami lakukan, kami menemukan bahwa dengan memperbanyak populasi Firefly, pencarian posisi terbaik dari nilai fungsi menjadi lebih efisien. Hal ini disebabkan oleh kemampuan algoritma untuk menjelajahi ruang solusi dengan lebih baik, sehingga dapat menemukan solusi optimal dengan lebih cepat. Mengatur jumlah maksimum epoch menjadi lebih kecil juga terbukti efektif dalam mengurangi waktu eksekusi program. Dengan jumlah iterasi yang lebih sedikit, program dapat mencapai hasil yang diinginkan dalam waktu yang lebih singkat tanpa mengorbankan akurasi atau kualitas solusi yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma Firefly memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam optimasi keuntungan penjualan. Dengan memanfaatkan kemampuan algoritma ini untuk mencari solusi optimal, perusahaan dapat menentukan strategi penjualan yang lebih efektif dan efisien. Optimalisasi ini tidak hanya membantu dalam meningkatkan keuntungan, tetapi juga mengurangi waktu dan sumber daya yang diperlukan untuk mencapai hasil tersebut. Dalam jangka panjang, penerapan

algoritma Firefly dapat memberikan keuntungan kompetitif yang signifikan bagi perusahaan dalam pasar yang semakin kompetitif dan dinamis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis paper ini mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada penulis dan penyedia template jurnal SANTIKA. Karenanya, proses penulisan paper ini dapat dilakukan dengan baik dan lebih cepat.

REFERENSI

- [1] Bayu Permana Sejati, (2010) Kaggle. [Online], <https://www.kaggle.com/code/bayuamikom/firefly-algorithm-recommender-system/notebook>, tanggal akses: 6 Juni 2024.
- [2] B. R. Auzini, "Implementasi Algoritma Firefly pada Masalah Optimasi Portofolio," Skripsi, Program Studi Matematika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, 2023.
- [3] E. Rizaldi, "Penerapan Firefly Algorithm pada Proses Penentuan Rute dan Pemberangkatan Kendaraan di PT Pertamina TBBM Surabaya Group," Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [4] F. Hasan, Muhyidin, M. A. Faturrahman, "Optimasi PV Array Menggunakan Maximum Power Point Tracking dengan Algoritma Firefly dan Partial Swarm Optimization kondisi Normal dan Partial Shading," *Jurnal Sains Dan Teknologi (JSIT)*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, Jan.-Apr. 2024.
- [5] Hendry Setiawan, Lo Hanjaya Hanafi, dan Kestrilia Rega Prilianti, "Implementasi Algoritma Kunang-Kunang untuk Penjadwalan Mata Kuliah di Universitas Ma Chung," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 6, no. 4, hal. 269-278, Oktober. 2015.
- [6] M. Yunus, M. Siswanto, S. I. Wahyudi, Soedarsono, N. R. Wahyudi, and M. Ali, "Rekonfigurasi 26 Kanal Irigasi Menggunakan Metode Binary Firefly Algorithms (BFA)," *Jurnal Teknik*, vol. 16, no. 1, pp. 1-8, 2024.
- [7] N. Khoiriyah, "Algoritma Firefly untuk Optimasi Nilai Parameter Metode Peramalan EMA, H-WEMA, dan Hull-WEMA," Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, 2024.
- [8] N. P. Haniefa, "Implementasi Discrete Firefly Algorithm dalam Menyelesaikan Orienteering Problem," Skripsi, Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung, 2024.
- [9] Riyan Naufal Hay's, "Implementasi Firefly Algorithm-Tabu Search Untuk Penyelesaian Traveling Salesman Problem", *JOIN Jurnal Online Informatika*, vol. 2, no. 1, hal. 42-48, Juni. 2017.
- [10] R. W. Arianti, Y. V. Via, and I. Y. Purbasari, "Implementasi Algoritma Firefly dalam Menyelesaikan Pengoptimalan Produksi Sepatu (Studi Kasus: Home industry 'PAK KICU Shoes' Sidoarjo)," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIfosi)*, vol. 1, no. 2, pp. xx-xx, Jul. 2020.
- [11] Shanaya Mehta, (2010) Kaggle. [Online], <https://www.kaggle.com/code/astrophilia/firefly-algorithm-recommender-system/notebook>, tanggal akses: 5 Juni 2024.
- [12] Tiur Malasari Siregar, Jesika Ramadani Ritonga, Meilafayza Nasha, Kristiana Simbolon, Andri Pratama Pencawan, "Analisis Keuntungan Maksimum Penjualan Sandal dan Sepatu Toko Faa'iz Collection", *JPEKA: Jurnal Pendidikan Ekonomi, Manajemen dan Keuangan*, vol. 7, no.1, hal. 35-49, Mei 2023.
- [13] Yang, X.S. *Cuckoo Search and Firefly Algorithm*, London: Springer, 2014.
- [14] Yeni Roha Mahariani, "Implementasi Firefly Algorithm Pada Penjadwalan Pasien Operasi, JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), vol. 07, no. 02, hal. 602-607, Juni. 2022.
- [15] Y. Simamora, I. Hajar, and A. Fernandes, "Penerapan Algoritma Kunang-Kunang (Firefly Algorithm) untuk Optimasi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial," *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 2, pp. 65-70, Jul. 2019. doi: 10.33322/energi.v11i2.498.