

ARTIFICIAL BEE COLONY DALAM PEMODELAN DAN OPTIMASI: KAJIAN BIBLIOMETRIK

Imammuzzikra¹ dan Ginda M.A. Siregar^{2*}

^{1, 2}*Informatika dan Universitas Samudra*

Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh 24416

e-mail: imzimammuzzika@gmail.com¹, ginda.mas@unsam.ac.id^{2*})

*corresponding author

(Naskah masuk: 05 Mei 2025 Diterima untuk diterbitkan: 17 Mei 2025)

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan analisis bibliometrik terhadap tren penelitian yang berkaitan dengan algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) dalam pemodelan prediksi ekonomi. Sebanyak 41 artikel ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2025 dianalisis untuk mengidentifikasi pola keterkaitan kata kunci serta bidang aplikasi. Hasilnya menunjukkan bahwa ABC telah banyak diterapkan dalam bidang teknik dan optimasi energi, namun penerapannya dalam bidang ekonomi—terutama untuk prediksi harga emas berbasis indikator makroekonomi—masih jarang dijumpai. Melalui visualisasi jaringan, kata kunci ekonomi seperti “inflasi” dan “harga emas” tampak memiliki koneksi yang lemah dibanding kluster teknik. Hal ini menunjukkan adanya peluang pengembangan penelitian selanjutnya. Kajian ini juga menekankan kemampuan adaptif ABC dalam menangani data yang bersifat non-linier dan dinamis, yang sangat relevan untuk prediksi ekonomi. Penelitian menyimpulkan bahwa terdapat peluang signifikan untuk mengembangkan model prediksi ekonomi berbasis algoritma ABC, khususnya dalam mendukung pengambilan keputusan strategis pada kondisi pasar yang tidak pasti.

Kata kunci: Artificial Bee Colony, prediksi harga emas, analisis bibliometrik, optimasi, inflasi

ABSTRACT

This study presented a bibliometric analysis of research trends related to the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm in economic prediction modeling. The study analyzed 41 scientific articles published from 2020 to 2025 and identified keyword co-occurrence patterns and domain applications. Findings revealed that ABC has been widely applied in engineering and energy optimization, while its implementation in economic fields—especially for predicting gold prices using macroeconomic indicators—remains underexplored. Through network visualization, economic-related keywords such as "inflation" and "gold price" showed weak connections compared to technical clusters. This gap indicates a potential direction for future studies. The research also highlighted the adaptability of ABC in handling non-linear, dynamic data, which is relevant for economic forecasting. The study concluded that there is a significant opportunity to develop predictive economic models using the ABC algorithm, particularly to assist strategic decision-making in uncertain market conditions.

Keywords: Artificial Bee Colony, gold price prediction, bibliometric analysis, optimization, inflation

I. PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu aset strategis dalam sistem keuangan global yang memiliki nilai intrinsik tinggi. Komoditas ini banyak digunakan sebagai alat lindung nilai terhadap ketidakpastian ekonomi dan tekanan inflasi. Dalam kondisi krisis, emas tetap diminati karena kestabilannya dianggap lebih unggul dibandingkan aset lainnya. Oleh karena itu, harga emas sering dijadikan indikator penting dalam pengambilan keputusan ekonomi, baik oleh individu maupun lembaga keuangan. Dinamika harga emas mencerminkan ekspektasi pasar terhadap berbagai variabel makroekonomi.

Harga emas dipengaruhi oleh banyak faktor, di antaranya tingkat inflasi, suku bunga, nilai tukar, serta permintaan dan penawaran global. Hubungan antar variabel tersebut bersifat kompleks dan tidak selalu linier, sehingga sulit dianalisis dengan pendekatan konvensional. Fluktuasi harga emas di Indonesia dapat dikaitkan secara signifikan dengan perubahan tingkat inflasi dan nilai tukar rupiah.

Selain itu, ketidakpastian pasar global turut mempengaruhi minat masyarakat terhadap logam mulia. Hal ini menunjukkan perlunya metode prediksi yang lebih adaptif dan presisi [1].

ABC merupakan salah satu algoritma optimasi metaheuristik yang meniru perilaku lebah madu dalam mencari sumber makanan secara kolektif. Metode ABC memiliki keunggulan dalam menjelajah ruang pencarian secara luas dan efisien, serta mampu menghindari kecenderungan berhenti pada solusi yang kurang optimal. Beberapa studi menunjukkan keberhasilan ABC dalam pemodelan prediksi deret waktu dan sistem kompleks. Modifikasi ABC dapat meningkatkan performa kontrol dalam sistem dinamis. Dengan keunggulan tersebut, ABC dinilai cocok untuk diterapkan dalam peramalan harga komoditas [2].

Dalam konteks prediksi harga emas, algoritma ABC dapat dimanfaatkan untuk dua fungsi utama, yaitu optimasi dan peramalan. Fungsi optimasi digunakan untuk menentukan parameter terbaik dalam model prediksi secara efisien. Sedangkan fungsi peramalan bertujuan untuk mengidentifikasi pola perubahan harga berdasarkan variabel ekonomi yang relevan. Karakteristik data harga emas yang fluktuatif dan tidak linier memerlukan pendekatan prediktif yang cerdas dan fleksibel. ABC dengan algoritma lain seperti Firefly dapat meningkatkan akurasi solusi pada permasalahan optimasi dan prediksi kompleks [3].

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan kajian bibliometrik terhadap penggunaan algoritma ABC dalam konteks prediksi harga logam mulia, khususnya emas. Fokus utama terletak pada keterkaitan antara harga emas dengan inflasi serta dinamika permintaan dan penawaran. Kajian ini juga diharapkan dapat memetakan tren penelitian dan potensi pengembangan model ABC dalam bidang ekonomi. Dengan pendekatan bibliometrik, penelitian ini menyusun landasan teoritis yang kuat sebagai dasar pengembangan model prediksi yang adaptif. Hasilnya diharapkan bermanfaat bagi pengambil kebijakan dan pelaku pasar logam mulia di Indonesia.

Pentingnya prediksi harga emas semakin meningkat di tengah ketidakpastian ekonomi global dan fluktuasi nilai tukar rupiah. Data dari Bank Indonesia menunjukkan bahwa nilai tukar rupiah terhadap dolar AS mengalami fluktuasi signifikan, dari Rp15.796 per USD pada Januari 2023 menjadi Rp16.421 per USD pada Juni 2024[4], [5]. Situasi ini mendorong masyarakat untuk mencari aset lindung nilai seperti emas. Oleh karena itu, pengembangan metode prediksi harga emas berbasis algoritma adaptif seperti ABC menjadi sangat relevan untuk mendukung pengambilan keputusan ekonomi yang lebih tepat sasaran.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi bibliometrik yang bertujuan untuk menganalisis arah dan tren penggunaan algoritma ABC dalam prediksi harga emas. Pendekatan yang digunakan bersifat deskriptif kuantitatif dengan pemanfaatan data sekunder berupa publikasi ilmiah. Studi bibliometrik ini memungkinkan analisis sistematis terhadap metadata publikasi seperti penulis, jurnal, tahun terbit, dan kata kunci. Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemetaan struktur penelitian di bidang tertentu. Dengan demikian, hasilnya dapat digunakan sebagai dasar pengembangan riset lanjutan yang lebih fokus.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah publikasi ilmiah yang diperoleh dari database bereputasi seperti IEEE Xplore, Springer, dan ScienceDirect. Kriteria inklusi mencakup artikel yang mengandung kata kunci "Artificial Bee Colony", "Gold Price Prediction", "Optimization", dan "Inflation". Artikel yang diseleksi terbatas pada rentang tahun 2020 hingga 2025 untuk menjaga relevansi dan kekinian data. Proses pencarian dilakukan secara sistematis dengan menelusuri metadata dan abstrak artikel. Seluruh data kemudian diekstrak dan diolah untuk analisis lebih lanjut.

Penelusuran literatur dilakukan dengan menggunakan fitur pencarian lanjutan (*advanced search*) pada masing-masing basis data. Beberapa frasa pencarian seperti 'Artificial Bee Colony', 'Prediksi Harga Emas', 'Optimasi', dan 'Inflasi' dikombinasikan dengan logika Boolean seperti AND

dan OR untuk memperluas hasil yang relevan. Penelusuran difokuskan pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu Januari 2020 hingga Januari 2025.

2.3 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran kata kunci menggunakan fitur pencarian lanjutan pada masing-masing database. Setelah artikel dikumpulkan, dilakukan tahap seleksi untuk menghindari duplikasi dan artikel yang tidak relevan. Data dianalisis menggunakan metode bibliometrik dengan bantuan perangkat lunak seperti VOSviewer dan Microsoft Excel. Analisis meliputi visualisasi jaringan penulis, peta kata kunci, dan tren publikasi berdasarkan tahun. Langkah ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola kolaborasi ilmiah dan arah riset dominan dalam topik yang dikaji.

Dari hasil penelusuran awal, diperoleh sebanyak 80 artikel ilmiah. Pengecekan duplikasi dilakukan dengan bantuan Mendeley, yang secara otomatis mengidentifikasi artikel serupa dari berbagai database. Selanjutnya, dilakukan proses screening manual dengan membaca judul dan abstrak artikel satu per satu untuk menilai kecocokan dengan topik penelitian, yaitu penggunaan ABC dalam prediksi harga emas dan konteks ekonomi. Artikel yang tidak relevan dikeluarkan dari daftar. Setelah proses ini, 41 artikel terpilih dan digunakan sebagai dasar analisis bibliometrik.

2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan perumusan masalah dan tujuan penelitian secara spesifik. Selanjutnya dilakukan penelusuran literatur dan pengumpulan artikel ilmiah berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Setelah dikumpulkan, Setiap publikasi dianalisis untuk memperoleh elemen-elemen metadata penting, termasuk identitas penulis, institusi asal, kata kunci utama, dan tahun publikasi.. Hasil analisis digunakan untuk menyusun simpulan dan arah pengembangan riset selanjutnya.

2.5 Alat Bantu Visualisasi

Dalam proses analisis bibliometrik, digunakan perangkat lunak VOSviewer untuk membangun visualisasi hubungan antar istilah, penulis, atau jurnal. VOSviewer mampu membentuk peta jaringan yang menampilkan kekuatan hubungan antar entitas berdasarkan frekuensi kemunculan bersama. Selain itu, diagram alur penelitian juga dibuat untuk memberikan gambaran sistematis dari proses studi ini. Visualisasi ini penting untuk memperjelas proses metodologis dan hasil temuan bibliometrik. Penyajian visual juga memperkuat transparansi dan replikasi dalam studi ini.

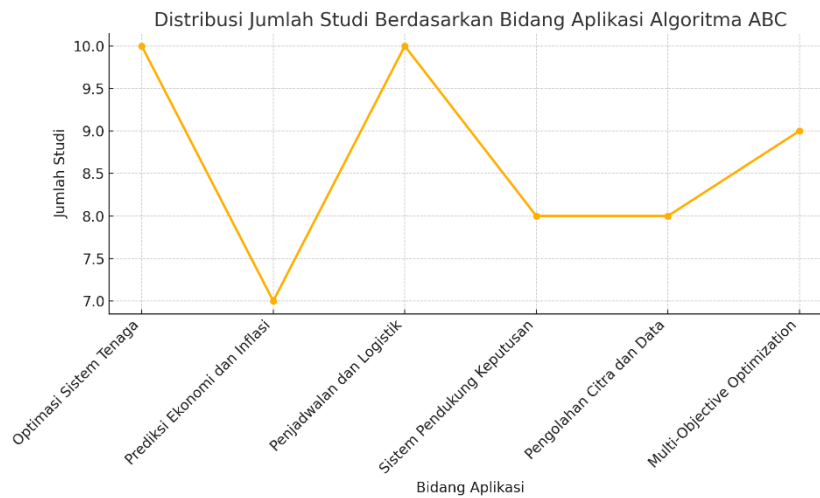
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun

Distribusi artikel menunjukkan tren meningkat terhadap publikasi yang membahas ABC dalam konteks optimasi dan prediksi. Artikel-artikel mulai banyak diterbitkan secara signifikan pada tahun 2020 hingga mencapai puncaknya pada 2023. Peningkatan ini menunjukkan ketertarikan komunitas ilmiah terhadap penerapan ABC dalam berbagai bidang, termasuk ekonomi dan peramalan harga. Salah satu faktor pendukung tren ini adalah kebutuhan akan algoritma yang lebih adaptif dalam menghadapi data tidak linier. Oleh karena itu, ABC menjadi salah satu pilihan utama dalam studi-studi prediksi komoditas seperti emas.

Untuk mendukung analisis klasifikasi referensi, dilakukan visualisasi terhadap sebaran jumlah studi yang mengaplikasikan algoritma ABC di berbagai bidang. Grafik garis pada Gambar 1 menunjukkan bahwa bidang Penjadwalan dan Logistik serta Optimasi Sistem Tenaga menjadi dua domain paling dominan dalam penerapan ABC, masing-masing mencatatkan 10 dan 10 studi. Ini mengindikasikan bahwa ABC banyak diminati dalam konteks sistem kompleks yang memerlukan solusi optimal pada banyak variabel dan kendala.

3.2 Distribusi Berdasarkan Jurnal dan Afiliasi Penulis



Gambar 1 Distribusi Publikasi Algoritma ABC (2020–2025)

Selanjutnya, bidang Pengolahan Citra dan Data serta Prediksi Ekonomi dan Inflasi juga menunjukkan kontribusi signifikan dengan masing-masing 8 dan 7 studi, menandakan luasnya adaptasi ABC untuk pengolahan data spasial hingga peramalan ekonomi makro. Bidang *Multi-Objective Optimization* serta Sistem Pendukung Keputusan menempati posisi berikutnya dengan 6 studi dan 6 studi, merefleksikan fleksibilitas algoritma ini dalam menyelesaikan persoalan kompleks yang memiliki lebih dari satu tujuan optimal.

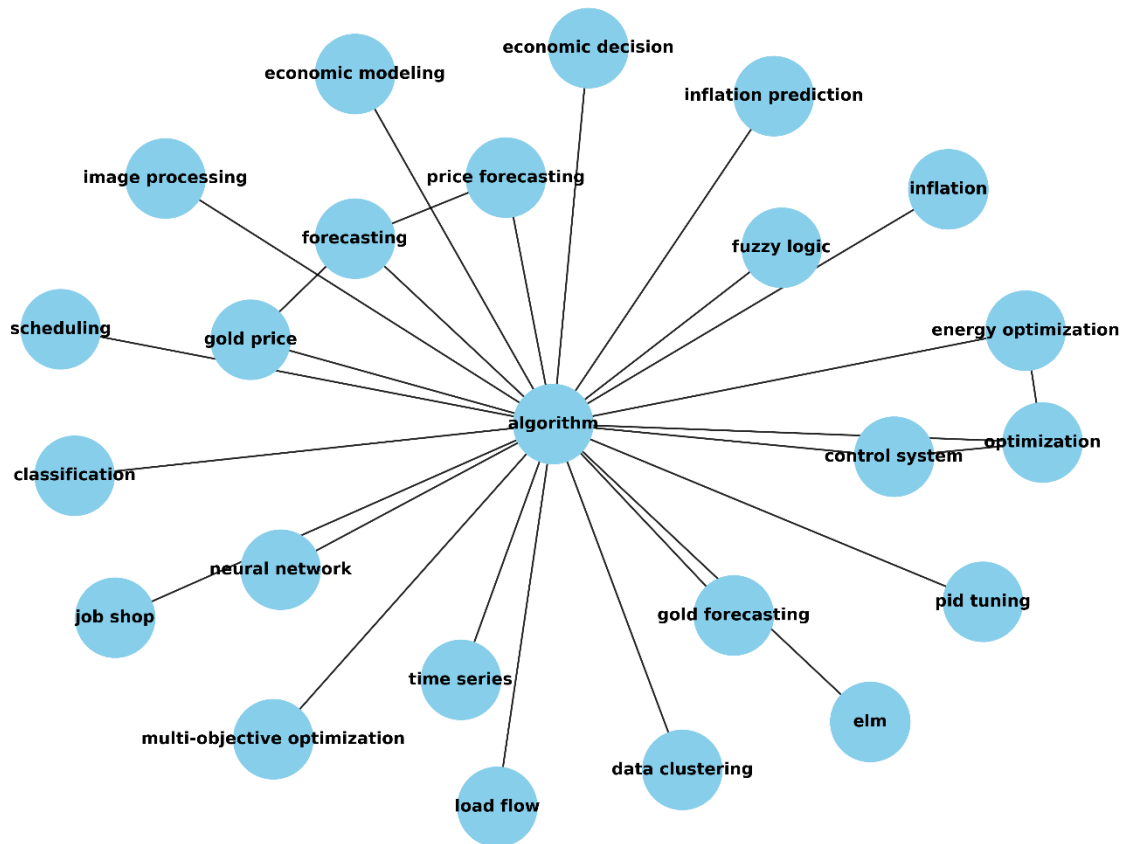
Visualisasi ini menegaskan bahwa penggunaan algoritma lebah bukan hanya terbatas pada ranah teknik, tetapi juga berkembang pesat dalam bidang ekonomi, manajemen data, hingga pengambilan keputusan strategis, yang turut memperkuat dasar pemilihan ABC dalam studi prediksi harga emas.

3.3 Tren Kata Kunci dan Topik Penelitian

Analisis terhadap kata kunci menunjukkan bahwa istilah “optimization”, “forecasting”, “ABC algorithm”, dan “gold price prediction” sering muncul bersamaan. Kombinasi ini memperkuat indikasi bahwa ABC digunakan tidak hanya untuk menemukan solusi optimal, tetapi juga dalam proses pemodelan prediktif yang kompleks. Beberapa artikel juga mengaitkan ABC dengan model seperti Extreme Learning Machine dan XGBoost untuk meningkatkan akurasi prediksi. Kata kunci seperti “inflation” dan “economic modeling” juga muncul dalam beberapa publikasi, menandakan relevansi algoritma ini dalam ekonomi makro. Ini mengindikasikan arah penelitian yang semakin aplikatif dalam konteks ekonomi dan keuangan.

Gambar berikut menampilkan visualisasi *keyword co-occurrence* berdasarkan 41 jurnal yang dianalisis dari tahun 2020 hingga 2025. Tampak bahwa istilah *artificial bee colony algorithm* (ABC) menjadi pusat utama dengan koneksi kuat ke kata kunci seperti *optimization*, *forecasting*, *gold price*, *inflation*, dan *elm*. Topik-topik ini menunjukkan tren dominan penelitian ABC yang difokuskan pada prediksi ekonomi, khususnya dalam memodelkan harga logam mulia. Selain itu, munculnya kata kunci seperti *swarm intelligence*, *hybrid method*, dan *energy optimization* menandakan eksplorasi lanjutan dalam kombinasi metode serta penerapan lintas sektor. Visualisasi ini menguatkan bahwa arah riset ABC sangat terkait dengan upaya optimasi dan prediksi dalam konteks kompleksitas ekonomi dan teknologi.

Visualisasi Keyword Co-Occurrence Penelitian ABC (2020–2024)



Gambar 2 Visualisasi Keyword Co-Occurrence Penelitian ABC(2020-2025)

3.4 Implementasi Model Prediksi

Proses implementasi model prediksi harga emas dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan optimasi menggunakan algoritma ABC. Model ini dirancang untuk mengolah data historis harga emas, nilai inflasi, serta indikator permintaan dan penawaran dalam kurun waktu tertentu. Tahapan awal implementasi mencakup proses pengumpulan dan normalisasi data, di mana seluruh variabel independen disesuaikan dalam rentang $[0,1]$ agar mendukung proses komputasi yang efisien. Selanjutnya, dilakukan inisialisasi populasi awal yang terdiri dari solusi acak dalam bentuk vektor parameter, yang mewakili kombinasi bobot awal dan bias pada model prediktif.

Setiap solusi yang dihasilkan oleh populasi lebah pencari akan dievaluasi berdasarkan fungsi fitness yang digunakan untuk mengukur selisih antara hasil prediksi dan data aktual. Dalam konteks ini, metrik kesalahan seperti *Root Mean Square Error* (RMSE) atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) digunakan sebagai fungsi objektif yang akan diminimalkan oleh koloni lebah. Setelah evaluasi dilakukan, proses eksploitasi dan eksplorasi diterapkan untuk menghasilkan solusi yang lebih baik, di mana lebah pencari (*employed bees*), pengamat (*onlooker bees*), dan pencari baru (*scout bees*) secara iteratif memperbarui posisi solusi hingga ditemukan titik optimum lokal atau global.

Untuk meningkatkan performa model, ABC juga dikombinasikan dengan model prediktif non-linier, seperti *Extreme Learning Machine* (ELM). Dalam pendekatan ini, algoritma ABC digunakan untuk mengoptimalkan parameter jaringan ELM, yaitu bobot input dan bias tersembunyi. Kombinasi ini memungkinkan model untuk secara otomatis menemukan konfigurasi jaringan yang paling sesuai untuk memetakan hubungan kompleks antara variabel ekonomi dan fluktuasi harga emas. Pendekatan

serupa telah digunakan dalam beberapa studi terdahulu, yang berhasil meningkatkan akurasi model secara signifikan dengan penggabungan ABC dan metode pembelajaran mesin.[2]

Seluruh proses implementasi model dilakukan menggunakan perangkat lunak pemrograman Python, dengan library pendukung seperti *NumPy*, *Pandas*, dan *Matplotlib* untuk pengolahan data, serta algoritma ABC yang diimplementasikan secara kustom. Informasi historis mengenai harga emas diambil dari portal *Trading Economics*, sementara variabel ekonomi lain seperti inflasi diperoleh melalui sumber resmi seperti BPS dan World Bank. Melalui proses ini, model prediksi yang dihasilkan tidak hanya mempertimbangkan hubungan linier, tetapi juga mampu mengakomodasi hubungan non-linier dan multivariat antara variabel-variabel yang dianalisis.

3.5 Implikasi Temuan terhadap Pengembangan Model Prediksi Emas

Hasil kajian menunjukkan bahwa ABC memiliki potensi besar dalam mendukung pemodelan prediksi harga logam mulia. Dengan struktur pencarian yang adaptif, ABC mampu menangani kompleksitas data yang umum ditemui dalam prediksi harga emas. Pendekatan ini juga dapat memperhitungkan variabel makroekonomi seperti inflasi, permintaan, dan penawaran dalam struktur model. Ke depan, integrasi ABC dengan model *time series* atau *hybrid machine learning* menjadi arah riset yang menjanjikan. Dengan dasar kajian *bibliometrik* ini, pengembangan model prediksi harga emas di Indonesia akan memiliki fondasi teoritis dan teknis yang lebih kuat.

3.6 Klasifikasi Bidang Aplikasi Algoritma ABC

Sebagai pelengkap analisis *bibliometrik* dan pembahasan hasil, dilakukan pengelompokan terhadap bidang aplikasi dari 41 jurnal yang telah ditelaah. Meskipun fokus utama penelitian ini adalah pada pemodelan prediksi harga emas, pemetaan bidang ini diperlukan untuk memahami konteks penerapan algoritma ABC secara lebih luas dalam dunia akademik dan praktis. Pemetaan ini juga berguna sebagai dasar pertimbangan validitas penggunaan ABC dalam studi ekonomi, khususnya prediksi harga komoditas.

Tabel berikut menyajikan klasifikasi bidang aplikasi berdasarkan tema utama yang diangkat dalam jurnal-jurnal tersebut:

Tabel 1 Klasifikasi Bidang Aplikasi

No.	Bidang Aplikasi	Judul Artikel	Penulis	Tahun
1	Optimasi Sistem Tenaga	<i>A modified ABC algorithm for solving optimal power flow problem</i>	Hardiansyah [6]	2020
		<i>Application of Economic Load Distribution to Power Systems with the Artificial Bee Colony Algorithm Approach</i>	Erten & Eke [7]	2023
		<i>Optimal Location of FACTS Devices in Order to Simultaneously Improving Transmission Losses and Stability Margin Using Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Kamarposhti et al. [8]	2021
		<i>Artificial bee colony algorithm with directed scout</i>	Saleh & Akay [9]	2021
		<i>Optimization Based Control of Pressure regulation for Mechanical Ventilation System using Artificial Bee Colony Optimization (ABC) algorithm</i>	Thilakar & Govindasamy [10]	2022
		<i>PID Controller Parameter Optimized by Reformative Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Du et al. [2]	2022
		<i>Metaheuristic approach to optimal power flow using mixed integer distributed ant colony optimization</i>	Suresh et al. [11]	2024

		<i>Analysis of electricity consumption and thermal storage of domestic electric water heating systems to utilize excess PV generation</i>	Yildzid et al. [12]	2021
		<i>Evaluation and selection of sustainable hydrogen production technology with hybrid uncertain sustainability indicators based on rough-fuzzy BWM-DEA</i>	Mei and Chen. [13]	2021
		<i>Effects of memory and genetic operators on Artificial Bee Colony algorithm for Single Container Loading problem</i>	Bayraktar et al. [14]	2021
2	Prediksi Ekonomi dan Inflasi	<i>Comparative Analysis of Gold, Art, and Wheat as Inflation Hedges</i>	Binh [15]	2024
		<i>A Hybrid Discrete Artificial Bee Colony Algorithm Based on Label Similarity for Solving Point-Feature Label Placement Problem</i>	Cao et al. [16]	2023
		<i>A hybrid artificial bee colony algorithm for transformer vibration fundamental frequency amplitude prediction</i>	Wang et al. [2]	2022
		<i>A discrete artificial bee colony algorithm for quadratic assignment problem</i>	Peng et al. [17]	2022
		<i>Forecasting Pollution Using Numerical Simulation Implementing Artificial Bee Colony Optimization</i>	Arora et al. [18]	2023
		<i>Enhanced Local Search for Bee Colony Optimization in Economic Dispatch with Smooth Cost Functions</i>	Aurasopon et al. [19]	2025
		<i>An Innovative Deep Learning Futures Price Prediction Method with Chaotic Mapping Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Huo et al.[20]	2024
3	Penjadwalan dan Logistik	<i>Application Research for Multiobjective Low-Carbon Flexible Job-Shop Scheduling Problem Based on Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Gu [21]	2021
		<i>The Application of Artificial Bee Colony Algorithm to Optimizing Vehicle Routes Problem</i>	Sarumaha et al. [22]	2023
		<i>Modelling of Subject Scheduling Systems Using Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Lingga et al. [23]	2023
		<i>Bee Spices Transition with Rapid Global Optimization Algorithm</i>	Han et al. [24]	2020
		<i>Artificial Bee Colony Algorithm Applied to Dynamic Flexible Job Shop Problems</i>	Ferreira et al. [25]	2020
		<i>School Timetabling Optimisation Using Artificial Bee Colony Algorithm Based on a Virtual Searching Space Method</i>	Zhu et al. [26]	2021
		<i>Application Research for Multiobjective Low-Carbon Flexible Job-Shop Scheduling Problem Based on Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Gu et al. [21]	2021

4	Sistem Pendukung Keputusan	<i>A Hotel Recommender System for Tourists Using the Artificial Bee Colony Algorithm and Fuzzy TOPSIS Model: A Case Study of TripAdvisor</i>	Forouzandeh et al. [27]	2021
		<i>Experimental Analysis of Time Complexity and Solution Quality of Swarm Intelligence Algorithm</i>	Ajuji et al. [28]	2020
		<i>A honey bee requirements design study based on multi-objective optimization</i>	Li et al. [29]	2023
		<i>Enhancing artificial bee colony algorithm with multi-elite guidance</i>	Zhou et al. [30]	2022
		<i>Application of nature inspired soft computing techniques for gene selection: a novel frame work for classification of cancer</i>	Aziz [31]	2022
		<i>Problem-specific knowledge based artificial bee colony algorithm for the rectangle layout optimization problem in satellite design</i>	Xu et al. [32]	2022
		<i>Multipopulation artificial bee colony algorithm based on a modified probability selection model</i>	Xu et al. [33]	2021
5	Pengolahan Citra dan Data	<i>Improvement SVM Classification Performance of Hyperspectral Image Using Chaotic Sequences in Artificial Bee Colony</i>	Zhao et al. [34]	2020
		<i>PID Controller Parameter Optimized by Reformative Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Du et al. [2]	2022
		<i>An enhanced artificial bee colony algorithm based on fitness weighted search strategy</i>	Çelik [35]	2021
		<i>Multi-objective energy management approach in distribution grid integrated with energy storage units considering the demand response program</i>	Lotfi[36]	2020
		<i>A quantum artificial bee colony algorithm based on quantum walk for the 0–1 knapsack problem</i>	Huang et al. [37]	2024
		<i>Improved Artificial Bee Colony Using Sine-Cosine Algorithm for Multi-Level Thresholding Image Segmentation</i>	Ewees et al. [38]	2020
6	Multi-Objective Optimization	<i>A Hybrid Firefly and Multi-Strategy Artificial Bee Colony Algorithm:</i>	Brajević et al. [3]	2020
		<i>A Many-Objective Artificial Bee Colony Algorithm Based on Adaptive Grid</i>	Zhang & Li [39]	2021
		<i>A Good Relative Percentage Increase (RPI) of Variant Job Scheduling Using Artificial Bee Colony (ABC)</i>	Apnena & Faujiyah [40]	2022
		<i>Systematic Review of Enhancement of Artificial Bee Colony Algorithm Using Ant Colony Pheromone</i>	Alaidi et al. [41]	2021

		<i>Improved Binary Artificial Bee Colony Algorithm</i>	Durgut [42]	2020
		<i>A survey on the Artificial Bee Colony algorithm variants for binary, integer and mixed integer programming problems</i>	Akay et al. [43]	2021
		<i>Enhancing artificial bee colony algorithm with multi-elite guidance</i>	Zhou et al. [30]	2021

Klasifikasi ini menegaskan bahwa algoritma ABC tidak hanya digunakan dalam konteks keteknikan atau pengolahan data, tetapi juga mulai mendapat perhatian luas dalam bidang ekonomi, khususnya yang berkaitan dengan peramalan dan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, pendekatan ABC dalam memodelkan harga emas berdasarkan faktor makroekonomi menjadi justifikasi logis yang relevan secara metodologis dan empiris.

3.7 Ragam Permasalahan yang Diselesaikan dengan ABC

ABC telah diterapkan dalam berbagai jenis masalah, mulai dari pengendalian sistem, penjadwalan produksi, distribusi energi, hingga peramalan harga. ABC digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi multi-objektif[3], sedangkan ABC bisa digunakan dalam penempatan label spasial[16]. ABC juga digunakan untuk menentukan posisi optimal perangkat FACTS guna menstabilkan jaringan listrik. Ini menunjukkan bahwa algoritma ini fleksibel dan kuat dalam menghadapi masalah yang kompleks dan sangat terstruktur[8]. Dalam konteks ekonomi, fleksibilitas ini menjadi aset dalam pemodelan prediksi harga emas.

3.8 Analisis Gap Penelitian dan Potensi Inovasi

Meskipun jumlah publikasi yang mengkaji ABC terus meningkat, masih terdapat gap dalam penerapan algoritma ini secara langsung pada prediksi harga logam mulia di kawasan Asia Tenggara, khususnya Indonesia. Sebagian besar publikasi masih berfokus pada bidang teknik, dan belum banyak yang menghubungkan ABC dengan variabel makroekonomi secara mendalam. Penggunaan ABC dalam konteks time series ekonomi masih sangat terbatas, padahal potensi penerapannya cukup besar. Oleh karena itu, pengembangan model prediktif harga emas berbasis ABC yang mengintegrasikan data inflasi dan permintaan sangat relevan untuk dilakukan. Penelitian ini dapat menjadi pijakan awal untuk inovasi dalam analisis pasar logam mulia di kawasan berkembang.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan analisis bibliometrik terhadap 41 artikel ilmiah yang membahas penerapan algoritma ABC dalam berbagai bidang antara tahun 2020 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa ABC merupakan algoritma yang adaptif dan fleksibel, banyak digunakan pada bidang teknik seperti sistem tenaga, kendali, dan logistik. Sementara itu, aplikasi ABC dalam ranah ekonomi, khususnya prediksi harga komoditas strategis seperti emas berbasis indikator makroekonomi, masih terbatas.

Visualisasi kata kunci menunjukkan bahwa topik seperti *optimization*, *prediction*, *inflation*, dan *economic modeling* semakin sering dikaitkan dengan ABC, namun belum secara signifikan diarahkan ke konteks pasar logam mulia. Oleh karena itu, terdapat peluang besar untuk mengembangkan penelitian ABC di bidang prediksi ekonomi yang lebih spesifik, seperti pemodelan harga emas berbasis inflasi dan permintaan-penawaran.

Berdasarkan keseluruhan hasil bibliometrik dan analisis literatur, terlihat bahwa pemanfaatan algoritma ABC dalam ranah ekonomi, khususnya prediksi harga emas, masih sangat terbuka untuk dikembangkan. Temuan ini menegaskan perlunya pendekatan yang lebih adaptif dan berbasis data dalam menghadapi dinamika pasar logam mulia. Oleh karena itu, riset ini tidak hanya memberikan gambaran tren penelitian terkini, tetapi juga membuka ruang bagi model-model prediksi inovatif yang dapat memperkuat fondasi pengambilan keputusan strategis di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. A. Mohammad, A. M. Rizki, and A. N. Sihananto, "PERAMALAN TINGKAT INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN ARTIFICIAL BEE COLONY DAN XGBOOST," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, Aug. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4827.
- [2] H. Du, P. Liu, Q. Cui, X. Ma, and H. Wang, "PID Controller Parameter Optimized by Reformative Artificial Bee Colony Algorithm," *J. Math.*, vol. 2022, no. 1, p. 3826702, Jan. 2022, doi: 10.1155/2022/3826702.
- [3] I. Brajević, P. S. Stanimirović, S. Li, and X. Cao, "A Hybrid Firefly and Multi-Strategy Artificial Bee Colony Algorithm:," *Int. J. Comput. Intell. Syst.*, vol. 13, no. 1, p. 810, 2020, doi: 10.2991/ijcis.d.200612.001.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Kurs Tengah Beberapa Mata Uang Asing Terhadap Rupiah di Bank Indonesia dan Harga Emas di Jakarta (Rupiah), 2024," Badan Pusat Statistik. Accessed: May 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/Mjg0IzI%3D/kurs-tengah-beberapa-mata-uang-asing-terhadap-rupiah-di-bank-indonesia-dan-harga-emas-di-jakarta.html?>
- [5] Reuters, "Indonesia cbank says policy aims to ensure inflation controlled, rupiah stable," Reuters. Accessed: May 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.reuters.com/business/finance/indonesia-cbank-says-policy-aims-ensure-inflation-controlled-rupiah-stable-2024-06-14/>
- [6] H. Hardiansyah, "A modified ABC algorithm for solving optimal power flow problem," *Serbian J. Electr. Eng.*, vol. 17, no. 2, pp. 199–211, 2020, doi: 10.2298/SJEE2002199H.
- [7] M. Y. Erten and İ. Eke, "Application of Economic Load Distribution to Power Systems with the Artificial Bee Colony Algorithm Approach," *Türk Doğa Ve Fen Derg.*, vol. 12, no. 3, pp. 60–65, Sep. 2023, doi: 10.46810/tdfd.1303531.
- [8] M. A. Kamarposhti, H. Shokouhandeh, I. Colak, S. S. Band, and K. Eguchi, "Optimal Location of FACTS Devices in Order to Simultaneously Improving Transmission Losses and Stability Margin Using Artificial Bee Colony Algorithm," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 125920–125929, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3108687.
- [9] R. A. A. Saleh and R. Akay, "Artificial bee colony algorithm with directed scout," *Soft Comput.*, vol. 25, no. 21, pp. 13567–13593, Nov. 2021, doi: 10.1007/s00500-021-06062-z.
- [10] A. Thilakar and G. Govindasamy, "Optimization Based Control of Pressure regulation for Mechanical Ventilation System using Artificial Bee Colony Optimization (ABC) algorithm," Mar. 09, 2022, *In Review*. doi: 10.21203/rs.3.rs-1419966/v1.
- [11] vishnu suresh, P. Janik, and M. Jasinski, "Metaheuristic approach to optimal power flow using mixed integer distributed ant colony optimization," *Arch. Electr. Eng.*, Jan. 2024, doi: 10.24425/aee.2020.133029.
- [12] B. Yildiz *et al.*, "Analysis of electricity consumption and thermal storage of domestic electric water heating systems to utilize excess PV generation," *Energy*, vol. 235, p. 121325, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.energy.2021.121325.
- [13] M. Mei and Z. Chen, "Evaluation and selection of sustainable hydrogen production technology with hybrid uncertain sustainability indicators based on rough-fuzzy BWM-DEA," *Renew. Energy*, vol. 165, pp. 716–730, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.renene.2020.11.051.
- [14] T. Bayraktar, F. Ersöz, and C. Kubat, "Effects of memory and genetic operators on Artificial Bee Colony algorithm for Single Container Loading problem," *Appl. Soft Comput.*, vol. 108, p. 107462, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.asoc.2021.107462.
- [15] N. T. T. Binh, "Comparative Analysis of Gold, Art, and Wheat as Inflation Hedges," *J. Risk Financ. Manag.*, vol. 17, no. 7, p. 270, Jun. 2024, doi: 10.3390/jrfm17070270.
- [16] W. Cao, J. Xu, Y. Zhang, S. Zhao, C. Xu, and X. Wu, "A Hybrid Discrete Artificial Bee Colony Algorithm Based on Label Similarity for Solving Point-Feature Label Placement Problem," *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, vol. 12, no. 10, p. 429, Oct. 2023, doi: 10.3390/ijgi12100429.
- [17] Z. Peng, Y. Huang, and Y. Zhong, "A discrete artificial bee colony algorithm for quadratic assignment problem," *J. High Speed Netw.*, vol. 28, no. 2, pp. 131–141, May 2022, doi: 10.3233/JHS-220684.

-
- [18] G. Arora, H. Kaur, H. Emadifar, S. Roudgarnejad, and H. Emadifar, "Forecasting Pollution Using Numerical Simulation Implementing Artificial Bee Colony Optimization," *Discrete Dyn. Nat. Soc.*, vol. 2023, pp. 1–10, Aug. 2023, doi: 10.1155/2023/5844407.
 - [19] A. Aurasopon, C. Takeang, and W. Khamseen, "Enhanced Local Search for Bee Colony Optimization in Economic Dispatch with Smooth Cost Functions," *Processes*, vol. 13, no. 3, p. 787, Mar. 2025, doi: 10.3390/pr13030787.
 - [20] L. Huo, Y. Xie, and J. Li, "An Innovative Deep Learning Futures Price Prediction Method with Fast and Strong Generalization and High-Accuracy Research," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 13, p. 5602, Jun. 2024, doi: 10.3390/app14135602.
 - [21] X. Gu, "Application Research for Multiobjective Low-Carbon Flexible Job-Shop Scheduling Problem Based on Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 135899–135914, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3117270.
 - [22] Y. A. Sarumaha, D. R. Firdaus, and I. Moridu, "The Application of Artificial Bee Colony Algorithm to Optimizing Vehicle Routes Problem," *J. Inf. Syst. Technol. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–15, May 2023, doi: 10.61487/jiste.v1i1.9.
 - [23] S. W. Lingga, S. Sutarman, and O. Darnius, "Modelling of Subject Scheduling Systems Using Hybrid Artificial Bee Colony Algorithm," *Sinkron*, vol. 7, no. 3, pp. 1599–1608, Jul. 2023, doi: 10.33395/sinkron.v7i3.12560.
 - [24] X.-M. Han, L.-L. Wang, L. Zheng, Y.-Y. Dang, and L.-M. Wang, "Bee Spices Transition with Rapid Global Optimization Algorithm," *DEStech Trans. Comput. Sci. Eng.*, no. cmso, Jan. 2020, doi: 10.12783/dtcse/cmso2019/33604.
 - [25] I. C. Ferreira *et al.*, "Artificial Bee Colony Algorithm Applied to Dynamic Flexible Job Shop Problems," in *Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems*, vol. 1237, M.-J. Lesot, S. Vieira, M. Z. Reformat, J. P. Carvalho, A. Wilbik, B. Bouchon-Meunier, and R. R. Yager, Eds., in Communications in Computer and Information Science, vol. 1237, Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 241–254. doi: 10.1007/978-3-030-50146-4_19.
 - [26] K. Zhu, L. D. Li, and M. Li, "School Timetabling Optimisation Using Artificial Bee Colony Algorithm Based on a Virtual Searching Space Method," *Mathematics*, vol. 10, no. 1, p. 73, Dec. 2021, doi: 10.3390/math10010073.
 - [27] S. Forouzandeh, K. Berahmand, E. Nasiri, and M. Rostami, "A Hotel Recommender System for Tourists Using the Artificial Bee Colony Algorithm and Fuzzy TOPSIS Model: A Case Study of TripAdvisor," *Int. J. Inf. Technol. Decis. Mak.*, vol. 20, no. 01, pp. 399–429, Jan. 2021, doi: 10.1142/S0219622020500522.
 - [28] M. Ajuji, A. Abubakar, and D. Emmanuel Useni, "Experimental Analysis of Time Complexity and Solution Quality of Swarm Intelligence Algorithm," Jul. 24, 2020, *MATHEMATICS & COMPUTER SCIENCE*. doi: 10.20944/preprints202007.0593.v1.
 - [29] W. Li, Y. Sun, T. Liu, and Y. Sun, "A honey bee requirements design study based on multi-objective optimization," *Adv. Eng. Technol. Res.*, vol. 4, no. 1, p. 426, Mar. 2023, doi: 10.56028/aetr.4.1.426.2023.
 - [30] X. Zhou, J. Lu, J. Huang, M. Zhong, and M. Wang, "Enhancing artificial bee colony algorithm with multi-elite guidance," *Inf. Sci.*, vol. 543, pp. 242–258, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.ins.2020.07.037.
 - [31] R. M. Aziz, "Application of nature inspired soft computing techniques for gene selection: a novel frame work for classification of cancer," *Soft Comput.*, vol. 26, no. 22, pp. 12179–12196, Nov. 2022, doi: 10.1007/s00500-022-07032-9.
 - [32] Y. Xu, S. Wan, and F. Dong, "Problem-specific knowledge based artificial bee colony algorithm for the rectangle layout optimization problem in satellite design," presented at the The 34th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, Jul. 2022, pp. 564–567. doi: 10.18293/SEKE2022-014.
 - [33] M. Xu, W. Wang, H. Wang, S. Xiao, and Z. Huang, "Multipopulation artificial bee colony algorithm based on a modified probability selection model," *Concurr. Comput. Pract. Exp.*, vol. 33, no. 13, p. e6216, Jul. 2021, doi: 10.1002/cpe.6216.

- [34] C. Zhao, H. Zhao, G. Wang, and H. Chen, "Improvement SVM Classification Performance of Hyperspectral Image Using Chaotic Sequences in Artificial Bee Colony," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 73947–73956, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2987865.
- [35] Y. Celik, "An enhanced artificial bee colony algorithm based on fitness weighted search strategy," *Automatika*, vol. 62, no. 3–4, pp. 300–310, Oct. 2021, doi: 10.1080/00051144.2021.1938477.
- [36] H. Lotfi, "Multi-objective energy management approach in distribution grid integrated with energy storage units considering the demand response program," *Int. J. Energy Res.*, vol. 44, no. 13, pp. 10662–10681, Oct. 2020, doi: 10.1002/er.5709.
- [37] Y. Huang *et al.*, "A quantum artificial bee colony algorithm based on quantum walk for the 0–1 knapsack problem," *Phys. Scr.*, vol. 99, no. 9, p. 095132, Sep. 2024, doi: 10.1088/1402-4896/ad6b55.
- [38] A. A. Ewees, M. Abd Elaziz, M. A. A. Al-Qaness, H. A. Khalil, and S. Kim, "Improved Artificial Bee Colony Using Sine-Cosine Algorithm for Multi-Level Thresholding Image Segmentation," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 26304–26315, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2971249.
- [39] W. Zhang and Y. Li, "A Many-Objective Artificial Bee Colony Algorithm Based on Adaptive Grid," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 97138–97151, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3093381.
- [40] R. D. Apnena and F. Faujiyah, "A Good Relative Percentage Increase (RPI) of Variant Job Scheduling Using Artificial Bee Colony (ABC)," *J. Appl. Intell. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 80–88, May 2022, doi: 10.33633/jais.v7i1.5989.
- [41] A. H. Alaidi, C. S. Soong Der, and Y. Weng Leong, "Systematic Review of Enhancement of Artificial Bee Colony Algorithm Using Ant Colony Pheromone," *Int. J. Interact. Mob. Technol. IJIM*, vol. 15, no. 16, p. 172, Aug. 2021, doi: 10.3991/ijim.v15i16.24171.
- [42] R. Durgut, "Improved Binary Artificial Bee Colony Algorithm," 2020, *arXiv*. doi: 10.48550/ARXIV.2003.11641.
- [43] B. Akay, D. Karaboga, B. Gorkemli, and E. Kaya, "A survey on the Artificial Bee Colony algorithm variants for binary, integer and mixed integer programming problems," *Appl. Soft Comput.*, vol. 106, p. 107351, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.asoc.2021.107351.