

***Self-Supervised Pretraining* untuk Deret Waktu Multivariat dalam Preadiksi Inflasi dan Nilai Tukar di Indonesia**

Yohana Hesta¹, Syaharuddin², Vera Mandailina³

^{1,2,3}Mathematic Education, Universitas Muhammadiyah Mataram

yohanahesta09@gmail.com, syaharuddinntb@gmail.com,

vrmandailina@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji peran *self-supervised pretraining* pada deret waktu multivariat untuk peramalan inflasi dan nilai tukar di Indonesia. Kedua indikator tersebut memiliki peranan sentral dalam menjaga stabilitas makroekonomi, memengaruhi kebijakan moneter, daya beli masyarakat, serta perencanaan fiskal jangka panjang. Model ekonometrika tradisional seperti ARIMA, VAR, dan VECM telah banyak digunakan, namun sering kali menghadapi keterbatasan dalam menangani dinamika nonlinier, dimensi data yang tinggi, serta keberadaan data yang bising (noisy) atau tidak lengkap. Sebaliknya, *self-supervised pretraining* menawarkan paradigma baru dengan memanfaatkan data tanpa label dan menghasilkan representasi fitur yang lebih informatif, sehingga meningkatkan kinerja prediksi pada lingkungan yang kompleks. Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan mengumpulkan berbagai studi dari Google Scholar, DOAJ, dan Scopus, terbatas pada publikasi tahun 2015 hingga 2025. Literatur yang terpilih diseleksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi, kemudian dianalisis untuk mensintesis bukti terkait perkembangan metodologis dan aplikasinya. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode *self-supervised* terkini—seperti *contrastive learning*, *masked autoencoders*, dan kerangka berbasis *transformer*—menunjukkan kinerja yang lebih unggul dibandingkan model ekonometrika konvensional maupun pendekatan *supervised deep learning*. Metode-metode tersebut terbukti efektif dalam menangkap ketergantungan jangka panjang serta mempertahankan ketahanan terhadap gangguan dan kekosongan data. Kajian ini menegaskan bahwa meskipun kemajuan global sangat pesat, penerapannya di Indonesia masih terbatas. Penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengadaptasi pendekatan *self-supervised* pada konteks makroekonomi Indonesia, mengintegrasikan aspek interpretabilitas agar relevan terhadap kebijakan, serta mengembangkan kerangka hibrida yang selaras dengan realitas ekonomi nasional.

Kata kunci; *Self-Supervised Pretraining*, Deret Waktu Multivariat, Peramalan Inflasi, Prediksi Nilai Tukar, Indonesia, Systematic Literature Review, Pemodelan Makroekonomi

Abstract

This study explores the role of *self-supervised pretraining* on multivariate time series for forecasting inflation and exchange rates in Indonesia. These two indicators are central to macroeconomic stability, influencing monetary policy, purchasing power, and long-term fiscal planning. Traditional econometric models such as ARIMA, VAR, and VECM have been widely used, but they often struggle with nonlinear dynamics, high dimensionality, and noisy or incomplete datasets. In contrast, *self-supervised pretraining* provides a new paradigm by utilizing unlabeled data and generating more informative feature representations, thus enhancing predictive performance in complex environments. A *Systematic Literature Review* (SLR) was conducted by collecting studies from Google Scholar, DOAJ, and Scopus, limited to publications between 2015 and 2025. The selected literature was screened through inclusion and exclusion criteria, then analyzed to synthesize evidence on methodological advancements and applications. Findings indicate that recent *self-supervised* methods—such as *contrastive learning*, *masked autoencoders*, and *transformer-based frameworks*—outperform both conventional econometric models and *supervised deep learning* approaches. These methods are particularly effective in

capturing long-term dependencies and maintaining robustness against noise and missing values. The review highlights that while global progress is substantial, applications in Indonesia remain limited. Future research is urgently needed to adapt self-supervised approaches to the local macroeconomic context, integrate interpretability for policy relevance, and develop hybrid frameworks that align with Indonesia's economic realities.

Keywords: Self-Supervised Pretraining, Multivariate Time Series, Inflation Forecasting, Exchange Rate Prediction, Indonesia, Systematic Literature Review, Macroeconomic Modeling

Pendahuluan

Inflasi dan nilai tukar merupakan indikator fundamental dalam analisis makroekonomi karena keduanya berhubungan langsung dengan stabilitas harga, daya beli masyarakat, serta arah kebijakan moneter (Lutfiyanti & Ayi, 2025). Di Indonesia, fluktuasi inflasi dan pergerakan nilai tukar Rupiah terhadap Dolar Amerika sering menimbulkan implikasi signifikan, baik terhadap konsumsi rumah tangga, investasi, maupun perdagangan internasional (Saputra, 2015). Oleh karena itu, pengembangan model peramalan yang akurat sangat penting sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan fiskal dan moneter yang efektif (Assara et al., 2025). Sejumlah penelitian telah menegaskan bahwa peramalan yang tepat dapat membantu mengantisipasi risiko ekonomi dan memperkuat ketahanan sistem keuangan nasional (Putri et al., 2025). Namun, kompleksitas hubungan antarvariabel ekonomi seringkali membuat metode konvensional kurang optimal dalam menangkap dinamika yang terjadi (Khoirun et al., 2025). Kondisi inilah yang melatarbelakangi munculnya berbagai pendekatan baru dalam pemodelan deret waktu ekonomi (Indah et al., 2024).

Metode tradisional seperti ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), VAR (Vector Autoregression), maupun VECM (Vector Error Correction Model) telah lama menjadi rujukan utama dalam penelitian ekonomi makro di Indonesia (Insan Estiko, 2019). Model ini memiliki keunggulan dalam kerangka analitis dan interpretasi yang relatif sederhana, sehingga sering digunakan dalam perumusan kebijakan (Fitriyati et al., 2022). Akan tetapi, metode tersebut memiliki keterbatasan, terutama dalam menangkap hubungan nonlinear, pola jangka panjang yang kompleks, serta perubahan struktural dalam perekonomian (Yonggi et al., 2024). Selain itu, data multivariat seperti inflasi dan nilai tukar sering kali menunjukkan ketergantungan dinamis yang sulit diakomodasi dengan model linear sederhana (Hendajany & Wati, 2020). Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk mengeksplorasi pendekatan yang lebih adaptif dan fleksibel, terutama dengan memanfaatkan kemajuan dalam bidang pembelajaran mesin. Dengan demikian, riset di bidang forecasting semakin diarahkan pada pemanfaatan model yang mampu mengatasi keterbatasan tradisional dan memberikan hasil prediksi yang lebih akurat.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan mendorong penggunaan machine learning (ML) dan deep learning (DL) dalam forecasting deret waktu (Zhang et al., 2024). Model seperti Long Short-Term Memory (LSTM), Transformer, dan Random Forest terbukti unggul dalam menangkap pola nonlinear serta dinamika jangka panjang (Ahmad et al., 2025). Akan tetapi, sebagian besar pendekatan tersebut berbasis supervised learning yang membutuhkan data berlabel dalam jumlah besar. Tantangan muncul karena data ekonomi, termasuk

inflasi dan nilai tukar, umumnya terbatas pada rentang waktu tertentu dan tidak selalu menyediakan anotasi yang memadai (Laeladzul et al., 2024). Situasi ini menyebabkan performa model sering kali tidak stabil ketika diterapkan pada kasus nyata. Oleh karena itu, muncul kebutuhan untuk mencari alternatif pendekatan yang dapat memaksimalkan informasi dari data tanpa ketergantungan besar pada label (Ayuningtyas & Yustanti, 2024). Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah self-supervised learning (SSL), yang memungkinkan pembelajaran representasi dari data secara lebih efisien (Alfath et al., 2025).

Pendekatan SSL berkembang pesat karena kemampuannya dalam melakukan pretraining pada data tanpa label sebelum dilanjutkan dengan fine-tuning untuk tugas prediksi tertentu (Trirat et al., 2024). Melalui strategi ini, model dapat belajar struktur laten serta pola temporal dari data multivariat, sehingga dapat meningkatkan kemampuan generalisasi. Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa SSL telah sukses diterapkan pada berbagai bidang, seperti analisis medis, prediksi energi, serta keuangan internasional (Liu et al., 2023). Namun, penerapannya dalam konteks ekonomi makro Indonesia, khususnya pada variabel inflasi dan nilai tukar, masih relatif jarang (Raghu et al., 2023). Hal ini membuka peluang besar untuk mengeksplorasi efektivitas SSL dalam menangkap hubungan kompleks antarvariabel ekonomi yang sering kali bersifat nonlinear dan dinamis (Warto et al., 2020). Dengan demikian, kajian sistematis terhadap literatur yang ada sangat diperlukan untuk memberikan gambaran utuh tentang posisi dan potensi SSL dalam forecasting ekonomi (Mahmudy et al., 2021).

Penelitian forecasting multivariat di Indonesia telah menunjukkan bahwa model deep learning mampu meningkatkan akurasi prediksi variabel ekonomi seperti Indeks Harga Konsumen (IHK) dan nilai tukar rupiah dibanding pendekatan tradisional; misalnya “Peramalan Data Indeks Harga Konsumen Berbasis Time Series Multivariate Menggunakan Deep Learning” menunjukkan bahwa variasi arsitektur dan kombinasi variabel input multivariat memperbaiki performa prediksi IHK dibanding penelitian terdahulu yang hanya menggunakan satu algoritma saja (Zahara & Sugianto, 2021). Studi lain, “Peramalan Nilai Tukar Rupiah terhadap Dolar Amerika dengan Metode Long Short-Term Memory dan Gated Recurrent Unit”, menggunakan data 2018-2023 dan hiperparameter tuning untuk menemukan konfigurasi LSTM terbaik yang menghasilkan nilai MSE (Mean Squared Error) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) yang rendah (Marietta et al., 2025). Selain itu, penelitian perbandingan metode seperti GARCH, LSTM, GRU, dan CNN untuk meramalkan volatilitas kurs menunjukkan bahwa model jaringan saraf (seperti LSTM dan GRU) sering kali lebih unggul dalam menangani pola nonlinear dan dinamika temporal dibandingkan metode ekonometrika yang lebih tradisional (Septiani et al., 2025). Namun, meskipun penelitian-penelitian ini menunjukkan kemajuan metodologis dan empiris, belum ditemukan studi nasional yang secara eksplisit menerapkan teknik SSL (self-supervised learning) untuk forecasting variabel makro seperti inflasi dan nilai tukar di Indonesia, menunjukkan adanya gap penelitian yang harus dijawab dalam topik ini.

Meskipun perkembangan Self-Supervised Learning (SSL) dalam forecasting menunjukkan prospek yang menjanjikan di berbagai bidang, kesenjangan penelitian masih terlihat cukup nyata dalam konteks Indonesia (Mohammad et al., 2024). Hingga saat ini, studi mengenai prediksi inflasi dan nilai tukar di Indonesia masih banyak didominasi oleh model ekonometrika klasik seperti ARIMA, VAR, dan

VECM, serta sebagian kecil oleh pendekatan supervised learning seperti Random Forest atau LSTM (Adnan et al., 2024). Minimnya kajian yang secara eksplisit membahas SSL dalam konteks makroekonomi menunjukkan adanya ruang penelitian yang signifikan untuk dieksplorasi (Antri Wulandari, 2020). Kajian sistematis terhadap literatur yang ada sangat penting untuk mengidentifikasi pola umum, strategi metodologis, serta evaluasi kinerja yang telah diterapkan pada penelitian forecasting di tingkat internasional. Selain itu, analisis terhadap kesenjangan riset dapat memberikan kontribusi nyata dalam merumuskan arah dan agenda penelitian lanjutan yang relevan dengan kebutuhan ekonomi Indonesia. Dengan demikian, penyusunan kajian SLR (Systematic Literature Review) ini memiliki urgensi tinggi baik dari sisi akademik maupun praktis.

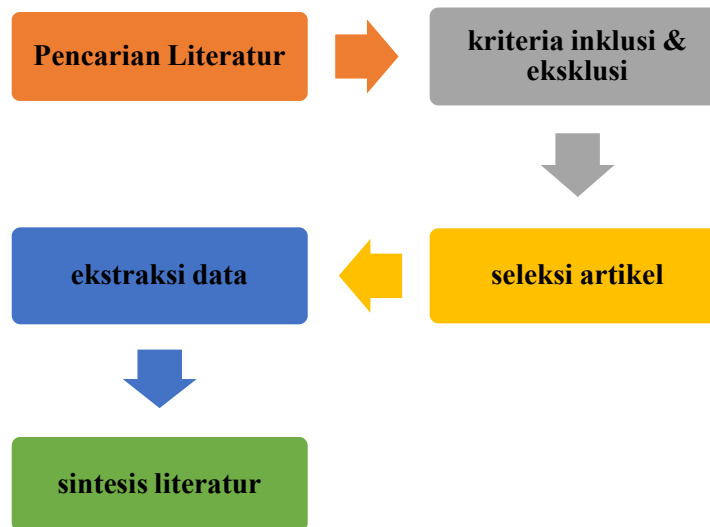
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review mengenai penerapan self-supervised pretraining dalam forecasting deret waktu multivariat dengan fokus pada prediksi inflasi dan nilai tukar di Indonesia. Kajian ini dirancang untuk menjawab enam pertanyaan penelitian yang mencakup tren riset, metodologi, evaluasi kinerja, aplikasi pada ekonomi makro, tantangan yang dihadapi, serta peluang riset di masa depan. Dengan menyajikan sintesis literatur secara komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik berupa peta pengetahuan terkini dan kontribusi praktis berupa rekomendasi pengembangan model forecasting untuk mendukung kebijakan ekonomi di Indonesia. Pada akhirnya, artikel ini tidak hanya memetakan perkembangan keilmuan, tetapi juga menekankan pentingnya inovasi metodologis dalam menghadapi tantangan makroekonomi yang semakin kompleks.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menelaah secara menyeluruh perkembangan studi mengenai self-supervised pretraining pada deret waktu multivariat, khususnya dalam konteks prediksi inflasi dan nilai tukar di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tren, kontribusi, serta kesenjangan penelitian yang ada, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terkait efektivitas dan potensi metode tersebut dalam mendukung prediksi ekonomi. Strategi pencarian literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data bereputasi seperti Google Scholar, DOAJ, and Scopus dengan menggunakan kata kunci yang relevan, antara lain “self-supervised learning”, “time series forecasting”, “multivariate time series”, “inflation prediction”, dan “exchange rate forecasting”. Pencarian difokuskan pada artikel dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2015-2025) untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan perkembangan terkini.

Kriteria inklusi ditetapkan untuk memasukkan artikel yang membahas metode self-supervised pretraining dalam pemodelan deret waktu multivariat, penelitian yang relevan dengan domain ekonomi, serta artikel yang ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia dan tersedia dalam format teks lengkap (full text). Sementara itu, kriteria eksklusi diterapkan untuk mengeluarkan artikel yang bersifat non-akademik, berupa opini, preprint tanpa peer-review, maupun penelitian yang tidak berkaitan dengan prediksi inflasi atau nilai tukar. Proses

seleksi dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu penyaringan judul dan abstrak, pembacaan menyeluruh isi artikel, serta evaluasi kualitas metodologi. Artikel yang terpilih kemudian diekstraksi datanya secara sistematis, mencakup identitas publikasi, pendekatan metode yang digunakan, data yang dianalisis, hasil utama, serta temuan yang relevan dengan fokus riset. Dengan langkah ini, penelitian diharapkan mampu menyajikan sintesis literatur yang mendalam dan berkontribusi pada pengembangan model prediksi ekonomi berbasis self-supervised learning.



Gambar 1. Metode Penelitian

Gambar 1 merupakan alur sistematis dalam pelaksanaan Systematic Literature Review (SLR) yang dimulai dari tahap pencarian literatur pada basis data bereputasi. Literatur yang ditemukan kemudian disaring menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan relevansi dan kualitasnya. Artikel yang memenuhi kriteria tersebut selanjutnya masuk ke tahap seleksi yang lebih mendalam, mencakup telaah judul, abstrak, hingga isi artikel secara penuh. Setelah artikel terpilih, dilakukan proses ekstraksi data yang meliputi identitas publikasi, metode penelitian, data yang digunakan, serta hasil dan temuan utama. Langkah terakhir adalah sintesis literatur, yaitu mengintegrasikan informasi yang diperoleh untuk mengidentifikasi tren, kontribusi, serta kesenjangan penelitian, sehingga menghasilkan pemahaman komprehensif terhadap topik yang dikaji.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil

Berdasarkan hasil telaah literatur, beberapa temuan penelitian yang relevan telah diidentifikasi untuk memperjelas fokus dan tujuan kajian ini. Temuan-

temuan tersebut dapat dikelompokkan ke dalam beberapa tema utama, yaitu: (1) Perkembangan Global Self-Supervised Learning; (2) Penerapan dalam Peramalan Makroekonomi; (3) Konteks Asia Tenggara dan Indonesia; serta (4) Peluang dan Tantangan dalam Implementasi. Secara garis besar, gambaran umum pengelompokan hasil penelitian tersebut dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu Berdasarkan Fokus dan Variabel Riset

No	Bidang / Fokus	Nama Penulis yang Se-Bidang	Insight / Variabel Riset
1	Perkembangan Global & Metodologi Self-Supervised Learning	Arifin (2024); Haq & Huy (2024); Park et al. (2024); Foumani et al. (2024); Athaya (2025); Tarumingkeng (2025)	Perkembangan pesat SSL untuk deret waktu multivariat; teknik yang dominan: contrastive learning, masked autoencoder, transformer; penerapan awal di kesehatan & IoT, lalu berkembang ke ekonomi makro; tren menuju integrasi SSL dengan hybrid & transfer learning.
2	Studi Lokal di Indonesia & Kesenjangan Penelitian	Nurlaela et al. (2025); Sekarsari et al. (2024); Savada et al. (2025)	Riset Indonesia masih fokus pada ARIMA, VECM, dan LSTM; data inflasi & nilai tukar kompleks, fluktuatif, dan dipengaruhi faktor global-domestik; keterbatasan model tradisional dalam menangani dimensi tinggi & missing values; peluang besar untuk eksplorasi SSL.
3	Keunggulan SSL dalam Prediksi Makroekonomi	Prihasto et al. (2025); Hermawan et al. (2024); Devi & Hendikawati (2024); Prasetya et al. (2023); Rafif et al. (2022); Baharuddin & Naufal (2023); Naufal et al. (2025)	SSL memanfaatkan data tanpa label, cocok untuk data ekonomi; efektif menangani multivariate time series (inflasi, nilai tukar, suku bunga, komoditas); lebih fleksibel dari ARIMA/VECM dalam pola nonlinear; tahan terhadap noise & missing values; meningkatkan akurasi dibanding LSTM/GRU; membangun representasi awal yang lebih kuat.

4	Keterbatasan & Tantangan SSL	Nugroho & Haris (2024); Passarella et al. (2025); Mutiara (2024)	Tantangan: kebutuhan komputasi besar, kualitas data sangat memengaruhi hasil, interpretabilitas rendah, dan perlu desain pretext task yang relevan; berbeda dengan ARIMA/VECM yang lebih transparan.
5	Prediksi Inflasi & Nilai Tukar untuk Stabilitas Ekonomi Indonesia	S. Wahyudin (2019); Zafira & Suman (2023); Hendayanti & Nurhidayati (2017); Rohmah & Waluyo (2024)	Inflasi & nilai tukar vital bagi stabilitas ekonomi dan kebijakan moneter; SSL berpotensi meningkatkan akurasi prediksi di kondisi volatilitas tinggi; dapat mendukung early warning system; integrasi SSL dengan kerangka kebijakan moneter memberi wawasan lebih mendalam.
6	Tantangan Implementasi & Implikasi Kebijakan	Eda Pradana et al. (2025); Hafifa et al. (2025); Wibowo (2024)	Hambatan di Indonesia: keterbatasan infrastruktur data, kesenjangan akses komputasi, interpretabilitas rendah; perlu sinergi akademik-praktis dengan Bank Indonesia; risiko kebijakan akibat prediksi salah; peluang transformasi digital dalam perencanaan ekonomi jangka panjang.

Tabel 1 menyajikan gambaran umum mengenai berbagai fokus penelitian dalam bidang self-supervised learning dan aplikasinya pada peramalan makroekonomi. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian ini mencakup berbagai aspek, termasuk perkembangan global metode self-supervised, efektivitas dalam menangani data multivariat berdimensi tinggi, relevansi penerapan pada konteks Asia Tenggara dan Indonesia, serta tantangan implementasi yang terkait dengan kualitas data dan keterbatasan komputasi. Temuan-temuan ini dapat menjadi dasar bagi pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran self-supervised pretraining dalam mendukung peramalan ekonomi dan kebijakan moneter. Pembahasan lebih rinci mengenai setiap aspek tersebut akan diuraikan pada bagian selanjutnya.

Pembahasan

1. Perkembangan *Self-Supervised Pretraining* pada Deret Waktu Multivariat untuk Prediksi Inflasi dan Nilai Tukar

Dalam satu dekade terakhir, penelitian mengenai self-supervised pretraining pada deret waktu multivariat mengalami perkembangan yang pesat, terutama didorong oleh kebutuhan untuk mengolah data yang kompleks dan berskala besar (Arifin, 2024). Model berbasis contrastive learning, masked autoencoder, serta transformer-based architectures menjadi pendekatan yang banyak diadopsi karena kemampuannya dalam mengekstraksi representasi yang kaya tanpa memerlukan label yang lengkap (Haq & Huy, 2024). Berbagai studi internasional menunjukkan bahwa metode ini memberikan keunggulan dalam menangkap pola jangka panjang yang sulit ditangani oleh model tradisional seperti ARIMA, VAR, atau bahkan model berbasis VECM. Penerapan awal banyak difokuskan pada domain kesehatan dan sensor IoT, namun dalam beberapa tahun terakhir mulai berkembang ke ranah ekonomi makro (Park et al., 2024). Artikel-artikel yang menguji prediksi inflasi dan nilai tukar menegaskan bahwa self-supervised learning mampu memberikan prediksi yang lebih stabil dalam kondisi volatilitas tinggi. Dalam konteks negara berkembang, terutama di Asia Tenggara, tren adopsi model ini semakin meningkat seiring dengan tersedianya data multivariat yang lebih lengkap. Oleh karena itu, literatur terbaru memperlihatkan bahwa arah riset mulai mengarah pada integrasi self-supervised pretraining dengan model hibrida yang lebih sesuai untuk data ekonomi (Foumani et al., 2024).

Meskipun tren global menunjukkan adopsi yang luas, studi khusus di Indonesia masih terbatas dan lebih banyak terfokus pada model tradisional atau supervised learning (Nurlaela et al., 2025). Data inflasi dan nilai tukar di Indonesia memiliki karakteristik yang kompleks dengan fluktuasi yang dipengaruhi faktor domestik dan global, sehingga berpotensi besar untuk diuji dengan pendekatan self-supervised (Sekarsari et al., 2024). Sejauh ini, penelitian lokal banyak berpusat pada ARIMA, VECM, dan LSTM, dengan keterbatasan dalam menangani dimensi tinggi serta missing values (Savada et al., 2025). Hal ini menimbulkan kesenjangan riset yang signifikan, karena potensi self-supervised pretraining dalam mengatasi masalah tersebut belum banyak dieksplorasi. Kajian literatur internasional memberikan landasan metodologis untuk mengadopsi metode ini pada data makroekonomi Indonesia (Athaya, 2025). Selain itu, kecenderungan riset ke arah integrasi self-supervised dengan teknik transfer learning membuka peluang baru untuk meningkatkan akurasi prediksi inflasi dan nilai tukar di tingkat nasional (Tarumingkeng, 2025). Dengan demikian, perkembangan global yang pesat menjadi dasar penting untuk mengisi kekosongan penelitian pada konteks Indonesia.

Dari gambaran tersebut, dapat ditafsirkan bahwa self-supervised pretraining membuka peluang baru dalam peramalan ekonomi, khususnya karena sifat data makroekonomi yang kompleks, nonlinier, dan dipengaruhi oleh berbagai faktor global maupun domestik. Metode ini tidak hanya unggul dalam memanfaatkan data yang tidak berlabel, tetapi juga lebih adaptif terhadap dimensi tinggi dan missing values, sesuatu yang sering menjadi kendala dalam data inflasi dan nilai tukar Indonesia. Ketika studi global menunjukkan keandalan model ini dalam berbagai domain, ada indikasi kuat bahwa penerapannya di bidang ekonomi makro akan memberikan kontribusi signifikan terhadap kualitas prediksi. Interpretasi lebih lanjut mengarah pada pentingnya mengintegrasikan self-supervised pretraining

dengan model hibrida agar mampu menangkap hubungan jangka pendek sekaligus jangka panjang. Dengan demikian, metode ini dipandang relevan untuk menjawab tantangan yang tidak dapat diselesaikan secara optimal oleh model konvensional. Secara kritis, meskipun literatur global telah membuktikan keberhasilan self-supervised pretraining, terdapat sejumlah keterbatasan yang harus diperhatikan. Pertama, implementasi metode ini memerlukan infrastruktur komputasi yang relatif besar, sehingga potensi adopsi di Indonesia mungkin menghadapi kendala teknis. Kedua, meski mampu meningkatkan akurasi, isu interpretabilitas masih menjadi tantangan, terutama ketika hasil prediksi digunakan sebagai dasar kebijakan moneter. Hal ini berbeda dengan model tradisional seperti VECM yang lebih mudah ditafsirkan oleh pengambil keputusan. Selain itu, keterbatasan riset lokal menunjukkan adanya kesenjangan pengetahuan dan aplikasi yang cukup besar antara tren global dan kebutuhan nasional. Evaluasi ini menegaskan bahwa meskipun metode ini menjanjikan, adaptasi harus dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi nyata Indonesia, baik dari sisi kualitas data maupun kesiapan institusi.

2. Keunggulan dan Keterbatasan *Self-Supervised Learning* Dibandingkan Metode Lain

Salah satu keunggulan utama self-supervised learning adalah kemampuannya memanfaatkan data tanpa label, sehingga sangat relevan untuk konteks ekonomi di mana data bersih dan teranotasi seringkali sulit diperoleh (Prihasto et al., 2025). Model ini juga efektif dalam menangani deret waktu multivariat berdimensi tinggi, yang umumnya mencakup berbagai indikator makroekonomi seperti inflasi, nilai tukar, suku bunga, dan harga komoditas (Hermawan et al., 2024). Dibandingkan dengan ARIMA atau VECM, pendekatan self-supervised memiliki fleksibilitas lebih baik dalam memodelkan pola nonlinear dan hubungan jangka panjang (Devi & Hendikawati, 2024). Selain itu, literatur menunjukkan bahwa model ini lebih tahan terhadap noise maupun missing values, yang sering muncul dalam data ekonomi Indonesia (Prasetya et al., 2023). Dari sisi akurasi, self-supervised pretraining umumnya menghasilkan peningkatan signifikan bila dibandingkan dengan baseline tradisional maupun model supervised seperti LSTM atau GRU (Rafif et al., 2022). Hal ini karena model mampu membangun representasi awal yang lebih informatif sebelum dilakukan fine-tuning untuk tugas prediksi spesifik (Baharuddin & Naufal, 2023). Dengan demikian, metode ini menghadirkan paradigma baru dalam peramalan makroekonomi (Naufal et al., 2025).

Namun demikian, self-supervised learning juga memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan, khususnya terkait efisiensi komputasi dan kebutuhan sumber daya. Proses pretraining biasanya memerlukan infrastruktur komputasi berskala besar, yang menjadi tantangan bagi penelitian di negara berkembang (Nugroho & Haris, 2024). Selain itu, meskipun mampu menghasilkan representasi yang kuat, performa model masih sangat dipengaruhi oleh kualitas data masukan, sehingga bila data ekonomi kurang konsisten maka hasil prediksi dapat terdistorsi (Passarella et al., 2025). Beberapa studi juga menyoroti keterbatasan dalam interpretabilitas model, yang menjadi isu penting ketika metode ini digunakan dalam pengambilan keputusan kebijakan. Hal ini berbeda dengan ARIMA atau VECM yang cenderung lebih transparan dari sisi estimasi parameter. Kendala lainnya

adalah kebutuhan untuk merancang tugas pra-latihan (pretext tasks) yang sesuai agar representasi yang dihasilkan benar-benar relevan dengan tujuan prediksi ekonomi (Mutiara, 2024). Oleh karena itu, meskipun menawarkan banyak keunggulan, metode ini memerlukan adaptasi yang hati-hati untuk dapat diimplementasikan secara efektif dalam konteks Indonesia.

Hasil-hasil penelitian tersebut dapat diartikan bahwa self-supervised learning memiliki potensi besar untuk mengatasi keterbatasan yang selama ini menjadi hambatan dalam pemodelan ekonomi. Representasi awal yang diperoleh dari proses pra-latihan memungkinkan model memahami pola tersembunyi dalam data multivariat, termasuk interaksi antar variabel makroekonomi. Kemampuan menangani noise dan missing values menunjukkan bahwa metode ini lebih adaptif dibandingkan pendekatan tradisional yang membutuhkan data bersih. Dalam konteks Indonesia, keunggulan ini menjadi sangat penting mengingat ketersediaan data ekonomi sering kali terbatas, inkonsisten, dan rentan terhadap volatilitas eksternal. Oleh karena itu, self-supervised pretraining tidak hanya menjanjikan peningkatan akurasi, tetapi juga ketahanan model dalam menghadapi tantangan data nyata. Hal ini menegaskan relevansi metode ini sebagai langkah maju dalam memperbaiki kualitas prediksi inflasi dan nilai tukar. Secara kritis, penerapan self-supervised learning tidak lepas dari keterbatasan. Pertama, kebutuhan akan infrastruktur komputasi yang besar dapat menjadi hambatan serius bagi penelitian maupun praktik di negara berkembang. Proses pretraining pada skala data besar membutuhkan perangkat keras berperforma tinggi yang belum tentu tersedia secara luas. Kedua, meskipun akurat, model ini cenderung sulit diinterpretasikan, berbeda dengan ARIMA atau VECM yang memberikan transparansi melalui estimasi parameter. Ketiga, hasil prediksi masih sangat bergantung pada kualitas data masukan. Bila data ekonomi Indonesia yang digunakan tidak konsisten, maka akurasi model dapat terganggu. Selain itu, desain pretext tasks yang kurang tepat dapat menghasilkan representasi yang tidak relevan dengan tujuan prediksi. Evaluasi ini menunjukkan bahwa keberhasilan metode ini tidak hanya ditentukan oleh kemampuan algoritme, tetapi juga kesiapan lingkungan penelitian, kualitas data, dan perancangan tugas pra-latihan.

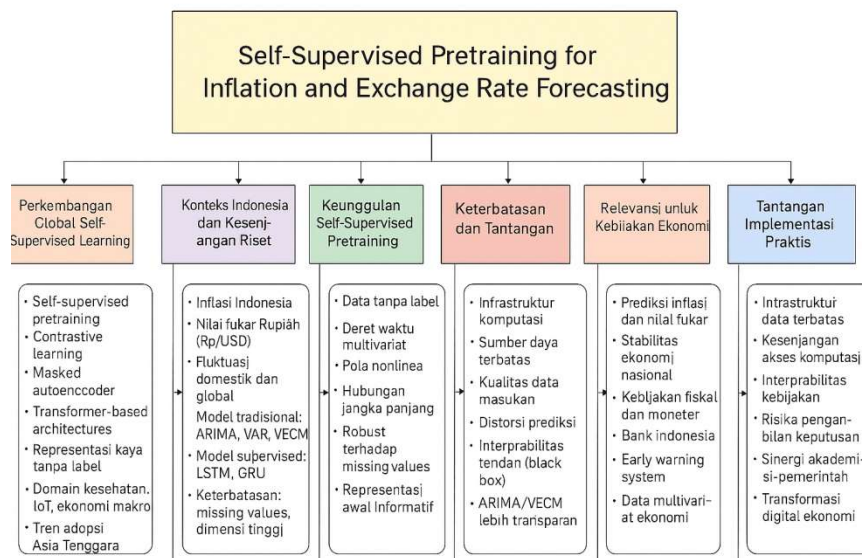
3. Relevansi dan Implikasi untuk Kebijakan Moneter di Indonesia

Prediksi inflasi dan nilai tukar memiliki peran vital dalam menjaga stabilitas ekonomi Indonesia, karena kedua variabel ini sangat berpengaruh terhadap daya beli masyarakat, iklim investasi, serta arah kebijakan moneter (S. wahyudin, 2019). Bank Indonesia dan pemerintah membutuhkan sistem prediksi yang akurat untuk merancang intervensi kebijakan fiskal maupun moneter. Dalam konteks ini, self-supervised pretraining menawarkan potensi signifikan karena mampu meningkatkan akurasi prediksi bahkan dalam kondisi volatilitas tinggi (Zafira & Suman, 2023). Penerapan model ini juga dapat mendukung pengembangan early warning system untuk mengantisipasi gejolak harga maupun fluktuasi nilai tukar (Hendayanti & Nurhidayati, 2017). Dengan memanfaatkan data multivariat, prediksi dapat dilakukan secara lebih menyeluruh dengan mempertimbangkan keterkaitan antar variabel ekonomi. Literasi akademik terbaru memperlihatkan bahwa integrasi metode ini dengan kerangka kebijakan moneter mampu memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai dinamika makroekonomi (Rohmah & Waluyo, 2024). Hal

ini menjadi relevan bagi Indonesia yang tengah berupaya memperkuat ketahanan ekonomi terhadap guncangan eksternal.

Namun, relevansi akademik ini harus dipertemukan dengan tantangan praktis dalam implementasi kebijakan. Keterbatasan infrastruktur data, kesenjangan dalam akses komputasi, serta isu interpretabilitas hasil prediksi dapat menjadi hambatan dalam adopsi nyata di lembaga pemerintah (Eda Pradana et al., 2025). Oleh karena itu, perlu adanya sinergi antara penelitian akademik dengan kebutuhan praktis Bank Indonesia untuk memastikan model yang dikembangkan benar-benar dapat diterapkan. Selain itu, penerapan metode ini harus mempertimbangkan risiko dalam pengambilan keputusan, karena prediksi yang salah dapat berimplikasi serius terhadap stabilitas ekonomi nasional (Hafifa et al., 2025). Dengan mengidentifikasi peluang dan keterbatasan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi konkret mengenai pemanfaatan self-supervised pretraining dalam konteks kebijakan moneter Indonesia. Implikasi jangka panjangnya adalah terciptanya landasan ilmiah yang lebih kuat untuk mendukung transformasi digital dalam perencanaan dan pelaksanaan kebijakan ekonomi (Wibowo, 2024).

Bila dibandingkan dengan pendekatan tradisional, self-supervised pretraining memberikan peluang untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dengan memanfaatkan data multivariat seperti inflasi, nilai tukar, suku bunga, harga komoditas, dan indikator global. Hal ini dapat membantu Bank Indonesia dalam merumuskan kebijakan moneter berbasis data yang lebih responsif. Representasi awal yang diperoleh dari pretraining memungkinkan model untuk menangkap pola jangka panjang dan nonlinear, yang sulit diidentifikasi oleh model ekonometrika klasik. Dengan demikian, integrasi metode ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan akurasi teknis, tetapi juga memperkuat legitimasi akademik dalam mendukung kebijakan berbasis bukti (evidence-based policy). Walaupun memiliki potensi yang menjanjikan, implementasi self-supervised pretraining dalam konteks Indonesia tidak lepas dari sejumlah hambatan. Pertama, keterbatasan infrastruktur data menyebabkan kualitas input menjadi kurang konsisten, yang dapat menurunkan reliabilitas hasil prediksi. Kedua, isu interpretabilitas model masih menjadi kendala, karena hasil prediksi yang sulit dijelaskan dapat mengurangi kepercayaan pembuat kebijakan. Ketiga, kebutuhan komputasi yang tinggi juga dapat menjadi penghalang bagi lembaga pemerintah dalam mengadopsi metode ini secara penuh. Dengan kata lain, meskipun secara akademik terbukti unggul, secara praktis masih ada jarak antara potensi teoretis dan realitas penerapan di institusi kebijakan Indonesia.



Gambar 2. Self-Supervised Pretraining untuk Inflasi & Nilai Tukar

Gambar 2 Menyajikan kerangka konseptual mengenai self-supervised pretraining pada deret waktu multivariat dalam prediksi inflasi dan nilai tukar di Indonesia, yang mencakup enam aspek utama. Perkembangan global menunjukkan adopsi metode seperti contrastive learning, masked autoencoder, dan transformer-based architectures di berbagai domain, termasuk ekonomi makro dengan tren meningkat di Asia Tenggara. Dalam konteks Indonesia, penelitian masih terbatas pada model tradisional (ARIMA, VAR, VECM) dan supervised (LSTM, GRU) dengan keterbatasan pada dimensi tinggi serta missing values, sehingga menimbulkan kesenjangan riset yang relevan untuk diisi oleh pendekatan baru ini. Keunggulan self-supervised pretraining terletak pada kemampuannya memanfaatkan data tanpa label, robust terhadap noise, serta membangun representasi awal yang informatif, meski tetap menghadapi tantangan berupa kebutuhan komputasi, kualitas data, dan interpretabilitas yang rendah. Dari sisi kebijakan, metode ini penting untuk mendukung stabilitas ekonomi, sistem peringatan dini, dan penguatan kerangka kebijakan moneter. Namun, implementasi praktis masih memerlukan sinergi antara akademisi dan pemerintah untuk mengatasi keterbatasan infrastruktur, kesenjangan teknologi, serta memastikan relevansi hasil prediksi dalam pengambilan keputusan ekonomi nasional.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Penelitian terkini menunjukkan bahwa self-supervised pretraining untuk deret waktu multivariat menghadirkan terobosan penting dalam peramalan makroekonomi, khususnya pada prediksi inflasi dan nilai tukar. Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya memanfaatkan data tanpa label, mengatasi dimensi tinggi, serta membangun representasi yang lebih informatif dibandingkan model tradisional seperti ARIMA, VAR, dan VECM. Selain itu, pendekatan ini terbukti lebih tangguh terhadap noise, missing values, dan

volatilitas tinggi yang menjadi ciri khas data ekonomi. Dalam konteks kebijakan, self-supervised pretraining berpotensi mendukung pengembangan early warning system serta memperkuat dasar ilmiah bagi pengambilan keputusan moneter. Namun demikian, adopsi di Indonesia masih terbatas, terutama karena kendala infrastruktur komputasi, kualitas data, serta keterbatasan dalam aspek interpretabilitas model yang diperlukan untuk keperluan kebijakan publik.

Saran

Kesenjangan penelitian yang muncul terutama terletak pada kurangnya studi yang secara langsung mengaplikasikan self-supervised pretraining pada data ekonomi Indonesia yang kompleks dan dipengaruhi oleh faktor domestik maupun global. Penelitian lokal masih didominasi oleh model tradisional atau supervised learning sederhana, sementara integrasi metode ini dengan kerangka kebijakan moneter nasional hampir belum dieksplorasi. Oleh karena itu, topik riset yang mendesak untuk dikembangkan meliputi adaptasi self-supervised pretraining agar sesuai dengan karakteristik data inflasi dan nilai tukar di Indonesia, pengembangan metode untuk meningkatkan interpretabilitas model sehingga hasil prediksi dapat diterapkan oleh Bank Indonesia, serta evaluasi efisiensi komputasi agar model tetap relevan dengan keterbatasan infrastruktur lokal. Dengan arah penelitian tersebut, kontribusi akademik dapat sejalan dengan kebutuhan praktis, sekaligus mendukung ketahanan ekonomi nasional melalui prediksi yang lebih akurat dan aplikatif.

Daftar Pustaka

- Adnan, M., Afrida, L., Nilai Tukar, A., Islam Negeri Ar-Raniri Banda Aceh, U., & Agama Islam Negeri Langsa, I. (2024). Analisis Nilai Tukar Rupiah Di Indonesia. *JIBES:JURNAL ILMIAH BASIS EKONOMI DAN BISNIS*, 3(1), 66-78.
- Ahmad, R. Z. N., Harahap, N. S., Agustian, S., Iskandar, I., & Sanjaya, S. (2025). Perbandingan Performa Random Forest dan Long Short-Term Memory dalam Klasifikasi Teks Multilabel Terjemahan Hadits Bukhari. *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(3), 862-874.
- Alfath, I., Fathony, N., Mareta, A., Adiana, B. E., & Wardhani, O. (2025). Optimisasi Whisper Speech-to-Text Bahasa Indonesia dengan Hybrid Cloud dan Multi-Engine. *ELKOM (Jurnal Elektronika Dan Komputer)*, 18(1), 60-72.
- Antri Wulandari. (2020). ANALISIS LAJU PREDIKSI INFLASI DI INDONESIA: PERBANDINGAN MODEL GARCH/ARCH DENGAN LONG SHORT TERM MEMORY. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, Volume 8 N(1), 1-17.
- Arifin, S. R. (2024). Sintesis Teks Ke Gambar: Tinjauan Atas Dataset. *Jurnal EEICT (Electric Electronic Instrumentation Control Telecommunication)*, 7(1). <https://doi.org/10.31602/eeict.v7i1.13066>
- Assara, W. A., Martha, Z., Permana, D., & Fitria, D. (2025). Inflation Prediction in Indonesia Using Extreme Learning Machine and K-Fold Cross Validation. *UNP JOURNAL OF STATISTICS AND DATA SCIENCE*, 3, 331-338.
- Athaya, S. (2025). *Kebijakan Moneter Dan Implikasinya Terhadap Stabilitas Ekonomi Makro Di Indonesia : Study Systematic Literature Review (Slr)*. 3(4), 238-246.
- Ayuningtyas, N., & Yustanti, W. (2024). Semi-Supervised Learning pada Pelabelan dalam Klasifikasi Multi-Label Data Teks. *Journal of Informatics and Computer*

- Science (JINACS)*, 6(01), 240-248. <https://doi.org/10.26740/jinacs.v6n01.p240-248>
- Baharuddin, F., & Naufal, M. F. (2023). Fine-Tuning IndoBERT for Indonesian Exam Question Classification Based on Bloom's Taxonomy. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 9(2), 253-263. <https://doi.org/10.20473/jisebi.9.2.253-263>
- Devi, A., & Hendikawati, P. (2024). Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar dengan Menggunakan Model Long-Short Term Memory. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 882-891. <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma>
- Eda Pradana, A., Herawati, A. R., Dwimawanti, I. H., & Maesaroh. (2025). Tantangan Kecerdasan Buatan Dalam Implikasi Kebijakan Pemerintah di Indonesia: Studi Literatur. *Jurnal Good Governance*, 51-66. <https://doi.org/10.32834/gg.v21i1.889>
- Fitriyati, N., Mahmudi, M., Wijaya, M. Y., & Maysun, M. (2022). Forecasting Indonesian inflation using a hybrid ARIMA-ANFIS. *Desimal: Jurnal Matematika*, 5(3), 289-304. <https://doi.org/10.24042/djm.v5i3.14093>
- Foumani, N. M., Tan, C. W., Webb, G. I., Rezatofighi, H., & Salehi, M. (2024). Series2vec: similarity-based self-supervised representation learning for time series classification. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 38(4), 2520-2544. <https://doi.org/10.1007/s10618-024-01043-w>
- Hafifa, N., Maisaroh, S., Umaira, P. N., & Pangestoeti, W. (2025). Dampak Penurunan IHSG terhadap Stabilitas Ekonomi Publik Indonesia: Analisis Penyebab, Implikasi, dan Strategi Kebijakan. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 02(12), 627-629.
- Haq, M. A., & Huy, L. N. Q. (2024). Cascaded Context-Aware Instance Segmentation with Transformer-Encoder for Adverse Weather Condition. *JOINCS (Journal of Informatics, Network, and Computer Science)*, 7(2), 68-71. <https://doi.org/10.21070/joincs.v7i2.1654>
- Hendajany, N., & Wati, R. (2020). Prediksi indikator makro ekonomi Indonesia dengan model vector autoregressive periode 2019-2023. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 23(2), 189-202. <https://doi.org/10.24914/jeb.v23i1.2878>
- Hendayanti, N. P. N., & Nurhidayati, M. (2017). Pemodelan Jumlah Uang Beredar Dan Inflasi Nasional Dengan Vector Error Correction Model (Vecm). *Jurnal Varian*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.30812/varian.v1i1.44>
- Hermawan, A. T., Zaeni, I. A. E., Wibawa, A. P., Gunawan, Hendrawan, W. H., & Kristian, Y. (2024). A Multi Representation Deep Learning Approach for Epileptic Seizure Detection. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 5(1), 187-204. <https://doi.org/10.18196/jrc.v5i1.20870>
- Indah Fitriyani, M. Al Haris, & Arum, P. R. (2024). Peramalan Laju Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Saxena-Easo. *Jurnal Fourier*, 13(2), 94-110. <https://doi.org/10.14421/fourier.2024.132.94-110>
- Insan Estiko, F. (2019). Economics Development Analysis Journal Analysis of Indonesia's Inflation Using ARIMA and Artificial Neural Network Article Information. *Economics Development Analysis Journal*, 8(2), 151-162. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edaj>
- Khoirun, M., Nurdiati, S., Najib, M. K., & Nurdiati, S. (2025). Pemodelan Deret Waktu Menggunakan Non-linear Autoregressive Neural Network: Studi Kasus Prediksi Harga Saham Mandiri Pemodelan Deret Waktu Menggunakan Non-linear

- Autoregressive Neural Network: Studi Kasus Prediksi Harga Saham Mandiri. *JAMBURA JOURNAL OF MATHEMATICS*, 7(2), 213-220.
- Laeladzul Kongidah, Risma Afni Zakiah, & Sarpini. (2024). Analisis Dinamika dan Tantangan Perkembangan Sistem Moneter Internasional Pada Ekonomi Global. *Jurnal Akademik Ekonomi Dan Manajemen*, 1(4), 218-229. <https://doi.org/10.61722/jaem.v1i4.3325>
- Liu, Z., Alavi, A., Li, M., & Zhang, X. (2023). Self-Supervised Contrastive Learning for Medical Time Series: A Systematic Review. *Sensors*, 23(9), 1-34. <https://doi.org/10.3390/s23094221>
- Lutfiyanti, & Ayi Siti Ainun. (2025). Analisis Strategi Dan Kebijakan Moneter Terhadap Pengelolaan Inflasi Dan Daya Beli Masyarakat Di Indonesia. *Jurnal Dinamika Sosial Dan Sains*, 1(4), 314-325. <https://doi.org/10.60145/jdss.v1i4.86>
- Mahmudy, W. F., Alfiyatin, A. N., Ananda, C. F., & Widodo, A. W. (2021). Inflation Rate Forecasting Using Extreme Learning Machine and Improved Particle Swarm Optimization. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 14(6), 95-104. <https://doi.org/10.22266/ijies2021.1231.09>
- Marietta, B., Santoso, R., & Sa'adah, A. A. (2025). Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika Dengan Metode Long Short-Term Memory Dan Gated Recurrent Unit. *Jurnal Gaussian*, 14(1), 13-22. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.14.1.13-22>
- Mohammad, F. A., Rizki, A. M., & Sihananto, A. N. (2024). Peramalan Tingkat Inflasi Di Indonesia Menggunakan Artificial Bee Colony Dan Xgboost. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3.4827>
- Mutiara, A. (2024). Analisis prediksi inflasi di indonesia: perbandingan model arima-garch dan long short term memory (lstm). *Repository.Uinjkt.Ac.Id*. [https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/80294%0Ahttps://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/80294/1/AGISNA MUTIARA-FST.pdf](https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/80294%0Ahttps://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/80294/1/AGISNA%0AMUTIARA-FST.pdf)
- Naufal, M., Dzakwan, A., Prawoto, F. D., Nur, A., Purwanto, I., Menara, A. K., No, C., Tim, C., Minggu, P., Jakarta, K., Khusus, D., & Jakarta, I. (2025). *Tren dan Perkembangan Supervised versus Unsupervised Learning Universitas Ary Ginanjar , Jakarta , Indonesia menghasilkan model prediktif yang akurat , sedangkan unsupervised learning bekerja dengan data . Kedua pendekatan ini memiliki keunggulan sekaligus.*
- Nugroho, A. A., & Haris, M. (2024). Meningkatkan Kualitas Data Pada Peramalan Curah Hujan. *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, 7(2), 301-311.
- Nurlaela, L., Suhandi, Y., Sopian, A., Dewi, C. S., & Syahrial, R. (2025). Pengembangan Framework Data Mining Berbasis Deep Neural Network Dengan Eksplorasi Teknik Transfer Learning Untuk Prediksi Dan Klasifikasi Data. *JRIS: Jurnal Rekayasa Informasi Swadharma*, 5(1), 132-141. <https://doi.org/10.56486/jris.vol5no1.723>
- Park, J., Gwak, D., Choo, J., & Choi, E. (2024). Self-Supervised Contrastive Learning for Long-Term Forecasting. *12th International Conference on Learning Representations, ICLR 2024*.
- Passarella, R., Setiawan, M. I., & Yamani, Z. (2025). Comparative Analysis of Machine Learning Models for Predicting Indonesia's GDP Growth. *Acadlore*

- Transactions on AI and Machine Learning*, 4(3), 157-173.
<https://doi.org/10.56578/ataiml040302>
- Prasetya, M. R. A., Priyatno, A. M., & Nurhaeni. (2023). Penanganan Imputasi Missing Values pada Data Time Series dengan Menggunakan Metode Data Mining. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 5(2), 52-62.
<https://doi.org/10.37034/jidt.v5i2.324>
- Prihasto, B., Nur Farid, M., & Al Khairy, R. (2025). Advancing Voice Anti-Spoofing Systems: Self-Supervised Learning and Indonesian Dataset Integration for Enhanced Generalization. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 4(2), 890-900. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v4i2.5182>
- Putri, M. S., Stendi, D., Fajri, F., & Mahdani, R. (2025). Strategi Pengelolaan Risiko Keuangan Pemerintah: Tinjauan Pustaka Sistematis. *Akbis: Media Riset Akuntansi Dan Bisnis*, 1. <https://doi.org/10.35308/akbis.v0i0.11259>
- Rafif, M., Kusumaning Putri, D. U., & Awaludin, L. (2022). Penggunaan Pre-trained Model untuk Klasifikasi Kualitas Sekrup. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 12(2), 133. <https://doi.org/10.22146/ijeis.78112>
- Raghu, A., Chandak, P., Alam, R., Guttag, J., & Stultz, C. M. (2023). Sequential Multi-Dimensional Self-Supervised Learning for Clinical Time Series. *Proceedings of Machine Learning Research*, 202, 28531-28548.
- Rohmah, S., & Waluyo, J. (2024). Pengaruh Variabel Moneter Terhadap Inflasi Di Indonesia Sejak Penerapan Inflation Targeting Framework (ITF). *JER (Jurnal Ekonomi Regional)*, 16(1), 1-10.
<http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jer/article/view/13059>
<http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/jer/article/download/13059/6482>
- S, W. (2019). Prediksi Inflasi Indonesia Memakai Model ARIMA dan Artificial Neural Network. *Jurnal Tata Kelola Dan Kerangka Kerja Teknologi Informasi*, 5(2), 57-63. <https://doi.org/10.34010/jtk3ti.v5i1.2297>
- Saputra, R. A. (2015). HUBUNGAN KAUSALITAS ANTARA NILAI TUKAR DENGAN HARGA SAHAM DAN INFLASI DI INDONESIA. *Jurnal Manajemen Bisnis Indonesia*, 3, 46-60.
- Savada, A. G. A., Nama, G. F., Yulianti, T., & Mardiana, M. (2025). Peramalan Data Ekonomi Menggunakan Model Hybrid Vector Autoregressive-Long Short Term Memory. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 11(1), 91-104.
<https://doi.org/10.28932/jutisi.v11i1.10066>
- Sekarsari, D., Az Zahra, F. A., Ayuningtyas, F. R., & Fadilla, A. (2024). Analisis Dinamika Inflasi dan Implikasinya terhadap Stabilitas Ekonomi di Indonesia. *Journal of Macroeconomics and Social Development*, 1(3), 1-9.
<https://doi.org/10.47134/jmsd.v1i3.194>
- Septiani, A. V., Afendi, F. M., & Kurnia, A. (2025). Perbandingan Metode GARCH, LSTM, GRU, dan CNN pada Peramalan Volatilitas Kurs. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 22(1), 147-167.
<https://doi.org/10.12962/limits.v22i1.3384>
- Tarumingkeng, R. C. (2025). *Machine Learning dalam Data Science: Teknik dan Kasus*. 62.
- Trirat, P., Shin, Y., Kang, J., Nam, Y., Na, J., Bae, M., Kim, J., Kim, B., & Lee, J.-G. (2024). Universal Time-Series Representation Learning: A Survey. *ArXiv:2401.03717v1 [Cs.LG]*, 1(1). <http://arxiv.org/abs/2401.03717>
- Warto et all. (2020). Sglnet: A Self-Supervised Framework for Stock Price Prediction.

- CAMA Centre for Applied Macroeconomic Analysis*, 7(3), 285-292.
- Wibowo, A. (2024). Riset Kelangkaan Bisnis dalam Ekosistem Digital. In *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*.
- Yonggi, Y. S. P., Zamahsary Martha, Syafriandi Syafriandi, & Tessa Octavia Mukhti. (2024). Application of Extreme Learning Machine Algorithm (ELM) in Forecasting Inflation Rate in Indonesia. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 2(3), 318-323. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol2-iss3/194>
- Zafira, D. J., & Suman, A. (2023). Analisis Early Warning Indicator Risiko Likuiditas Perbankan Indonesia. *INOBIS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 6(3), 415-429. <https://doi.org/10.31842/jurnalinobis.v6i3.287>
- Zahara, S., & Sugianto. (2021). Forecasting Consumer Price Index Data Based on Multivariate Time Series Using Deep Learning. *Jurnal RESTI*, 5(1), 24-30. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i1.2562>
- Zhang, K., Wen, Q., Zhang, C., Cai, R., Jin, M., Liu, Y., Zhang, J. Y., Liang, Y., Pang, G., Song, D., & Pan, S. (2024). Self-Supervised Learning for Time Series Analysis: Taxonomy, Progress, and Prospects. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 46(10), 6775-6794. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2024.3387317>