



PUBLISHER: <https://journal.adlermanurungpress.com/>

DOI: <https://doi.org/10.63607/jcmb.v13i4>

PENGUNAAN DATA STATISTIK PRODUKSI MINYAK MENTAH DALAM MEMPREDIKSI HARGA SAHAM SEKTOR ENERGI

Handika Lingga Bakti¹, Atik Budi Paryantu²

^{1,2}Swadaya Institut Bisnis dan Komunikasi

Email: hlingga8@gmail.com¹, atikbudiparyanti@gmail.com²

Alamat: Jl. Raya Jatiwaringin No.36, Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13620.

Korespondensi Penulis: hlingga8@gmail.com

ABSTRACK

This study aims to evaluate the potential of crude oil production statistical data in predicting energy sector stock prices. Using a quantitative time-series approach, monthly data from January 2005 to December 2024 were analyzed using statistical methods (VAR-GARCH), vine copula regression, and deep learning (LSTM). Results indicate a positive correlation ($r=0.45, p<0.01$) and Granger causality that oil production influences energy stock returns ($p=0.02$). Predictive models incorporating the production variable demonstrated superior performance, yielding the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 6.9% (LSTM), compared to models without the production variable. These findings reinforce previous literature and highlight the significant contribution of production data as an independent variable.

The study's contribution lies in developing more accurate predictive models for energy stock prices and providing an in-depth understanding of the transmission from the oil market to the energy stock market. Investment practitioners and energy policymakers can leverage these results for more responsive strategies and policies. For future research, it is recommended to expand variables, deepen country-specific analysis, and apply ensemble models.

Keywords: crude oil production, energy stock prediction, LSTM, vine copula, VAR-GARCH.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi data statistik produksi minyak mentah dalam memprediksi harga saham sektor energi. Dengan pendekatan kuantitatif time-series, data bulanan (Januari 2005–Desember 2024) dianalisis menggunakan metode statistik (VAR-GARCH), vine copula regression, dan deep learning (LSTM). Hasil menunjukkan adanya korelasi positif ($r = 0.45, p < 0.01$), serta kausalitas Granger bahwa produksi minyak mempengaruhi return saham energi ($p = 0.02$). Model prediksi dengan memasukkan variabel

produksi lebih unggul, menghasilkan nilai MAPE terendah 6.9% (LSTM), dibanding model tanpa variabel produksi. Temuan ini memperkuat literatur sebelumnya dan menunjukkan kontribusi signifikan dari data produksi sebagai variabel independen. Kontribusi studi ini terletak pada pengembangan model prediksi harga saham energi yang lebih akurat serta pemahaman mendalam mengenai transmisi pasar minyak ke pasar saham energi. Para praktisi investasi dan pembuat kebijakan energi dapat memanfaatkan hasil ini untuk strategi dan kebijakan yang lebih responsif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas variabel, memperdalam analisis per negara, dan menerapkan model ensemble.

Kata kunci: produksi minyak mentah, prediksi saham energi, LSTM, vine copula, VAR-GARCH.

PENDAHULUAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh karakteristik fundamental sektor energi yang sangat dipengaruhi oleh harga dan kuantitas produksi minyak mentah. Sektor energi merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian global yang sangat dipengaruhi oleh dinamika pasar komoditas, khususnya minyak mentah. Minyak mentah tidak hanya menjadi sumber energi utama bagi berbagai industri dan rumah tangga, tetapi juga menjadi indikator utama dalam menentukan kesehatan ekonomi makro. Harga minyak yang berfluktuasi akan berdampak langsung pada biaya produksi, tingkat inflasi, hingga perilaku pasar keuangan. Oleh karena itu, perubahan harga minyak sering kali menjadi perhatian utama para investor, pengambil kebijakan, dan analis pasar dalam mengambil keputusan strategis. Salah satu indikator yang dapat memengaruhi harga minyak – dan pada akhirnya harga saham sektor energi – adalah volume produksi minyak mentah. Sayangnya, dibandingkan dengan variabel harga, data produksi minyak mentah relatif kurang dimanfaatkan secara luas dalam model prediksi harga saham energi.

Seiring berkembangnya teknologi dan ketersediaan data statistik global, semakin terbuka peluang untuk mengintegrasikan data produksi minyak mentah ke dalam analisis prediktif terhadap harga saham sektor energi. Produksi minyak mentah, sebagai indikator suplai pasar, merupakan salah satu variabel yang memiliki efek jangka pendek dan jangka panjang terhadap ekspektasi pasar. Teori dasar seperti *Supply and Demand Equilibrium* menjelaskan bahwa peningkatan produksi, dengan asumsi permintaan tetap, dapat menekan harga minyak yang pada gilirannya berdampak terhadap valuasi saham perusahaan energi. Sebaliknya, penurunan produksi yang signifikan dapat mendorong harga naik dan meningkatkan profitabilitas perusahaan energi, sehingga menarik minat investor untuk membeli saham sektor ini.

Dalam kajian empiris, banyak penelitian terdahulu telah mengaitkan antara harga minyak mentah dengan indeks saham energi menggunakan model statistik seperti VAR (Vector Autoregressive), GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity), hingga DCC-GARCH (Dynamic Conditional Correlation). Shi et al. (2021) menunjukkan bahwa pergerakan

harga minyak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap return saham sektor energi di China, baik dalam jangka pendek maupun panjang. Namun, mayoritas penelitian masih berfokus pada variabel harga sebagai satu-satunya proksi dari pasar minyak mentah. Padahal, fluktuasi harga tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh permintaan, tetapi juga oleh tingkat produksi, yang sering kali ditentukan oleh kebijakan negara-negara produsen besar seperti OPEC dan AS. Di sinilah muncul gap penelitian: sejauh mana data statistik produksi minyak mentah mampu menjelaskan dan memprediksi harga saham sektor energi, secara independen atau dalam kombinasi dengan variabel harga.

Pentingnya penelitian ini semakin kuat jika kita memperhatikan kompleksitas pasar keuangan yang makin tinggi. Investor saat ini menuntut pendekatan yang lebih holistik dalam mengembangkan model prediksi, termasuk dalam sektor energi. Dengan menggabungkan informasi statistik produksi ke dalam model prediksi harga saham, kita tidak hanya mengandalkan dinamika harga yang fluktuatif, tetapi juga mendapatkan perspektif fundamental dari sisi suplai energi global. Dalam praktik investasi, informasi produksi ini sering kali tersedia secara berkala dari sumber terpercaya seperti U.S. Energy Information Administration (EIA), sehingga menjadikannya sebagai variabel yang dapat diakses dan diukur secara konsisten.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengukur sejauh mana data statistik produksi minyak mentah dapat digunakan sebagai variabel prediktif dalam menentukan harga saham sektor energi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan model prediksi berbasis statistik dan machine learning (seperti VAR-GARCH, vine copula regression, dan LSTM) yang mampu mengevaluasi akurasi dan ketepatan prediksi ketika data produksi dimasukkan ke dalam model. Dengan melakukan perbandingan antara model prediktif yang menggunakan hanya harga minyak vs harga + produksi, penelitian ini akan memberikan kontribusi metodologis yang signifikan dalam bidang keuangan energi dan analitik prediktif.

Hubungan penelitian ini dengan literatur sebelumnya dapat digambarkan sebagai perluasan dari temuan-temuan terdahulu. Penelitian oleh Kim et al. (2022) yang menggunakan pendekatan deep learning dan vine copula menunjukkan bahwa pendekatan multivariat memberikan hasil prediktif yang lebih baik dibandingkan pendekatan konvensional. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan secara langsung data produksi sebagai variabel independen. Dengan memasukkan dimensi suplai melalui data statistik produksi, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru yang signifikan terhadap literatur prediksi harga saham energi.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan statistik antara data produksi minyak mentah dan harga saham sektor energi?

Ini penting untuk menentukan apakah terdapat korelasi signifikan dan arah hubungan antara kedua variabel tersebut dalam jangka pendek dan panjang.

2. Apakah integrasi data produksi minyak mentah ke dalam model prediksi dapat meningkatkan akurasi peramalan harga saham sektor energi?

Rumusan ini fokus pada aspek teknis evaluasi performa model statistik dan machine learning dengan dan tanpa variabel produksi.

3. Model prediksi manakah yang paling efektif untuk memanfaatkan data statistik produksi minyak mentah dalam meramalkan harga saham sektor energi?

Rumusan ini akan menguji efektivitas berbagai model prediktif dan menilai model mana yang memiliki nilai error paling kecil dan daya prediksi paling tinggi.

Dengan menjawab ketiga pertanyaan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman tentang bagaimana indikator fundamental seperti produksi minyak mentah dapat digunakan secara strategis dalam dunia keuangan dan investasi, khususnya dalam sektor energi yang sangat dinamis.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan time-series. Sampel terdiri atas data bulanan produksi minyak mentah dunia (EIA) dan harga saham indeks sektor energi (misalnya S&P Energy Sector Index) selama periode Januari 2005–Desember 2024. Data produksi minyak diperoleh dari basis data EIA, sedangkan harga saham dari Bloomberg.

Instrumen penelitian berupa dataset sekunder yang diolah menjadi return logaritmik. Prosedur pengumpulan data meliputi: (1) ekstraksi data produksi dan harga, (2) transformasi ke return log, (3) pengujian stasioneritas (ADF), (4) seleksi variabel signifikan dengan elastic-net, (5) pengembangan dan pelatihan model prediksi menggunakan: VAR-GARCH, vine copula regression, LSTM. Model LSTM dibangun mengikuti arsitektur tiga layer. Parameter tuning dilakukan lewat teknik grid-search dengan k-fold cross-validation ($k=5$).

Metode analisis meliputi: uji korelasi Pearson dan Granger causality untuk menjawab rumusan masalah pertama; evaluasi perbandingan model menggunakan MAPE, RMSE, dan R^2 . Model terbaik diuji robustitasnya dengan membandingkan skenario: hanya variabel harga minyak vs harga minyak + produksi. Prosedur ini dirancang agar memungkinkan replikasi oleh peneliti lain: mulai dari pengumpulan data, pemrosesan awal, penerapan uji statistik, hingga perancangan model prediktif.

HASIL PENELITIAN

Berikut hasil utama penelitian dari analisis data bulanan periode Januari 2005–Desember 2024:

Statistik Deskriptif dan Uji Stasioneritas

Variabel	Rata-rata	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum	Observasi
Produksi Minyak (juta bph)	90,3	5,1	81,2	102,4	240
Harga Minyak (USD/barel)	72,6	22,4	27,3	123,6	240
Return Saham Energi (%)	0,54	4,08	-16,2	14,3	240
Dummy Geopolitik (0/1)	0,15	0,36	0	1	240

- Data Produksi Minyak: Rata-rata mencapai 90 juta barel/hari dengan deviasi standar ± 5 juta barel/hari.
- Harga Indeks Sektor Energi: Rata-rata return log harian sekitar 0,5 % dengan deviasi standar ± 4 %.
- Uji ADF (Augmented Dickey–Fuller) menunjukkan kedua variabel (produksi & return saham) stasioner pada tingkat berbeda ($I(1)$), layak lanjut untuk modelling time-series.

Korelasi & Uji Kausalitas Granger

Hipotesis	F-Statistik	Nilai p (p-value)	Keputusan
Produksi $\rightarrow$ Return Saham	4,35	0,02	Terdapat Granger-causality
Return Saham $\rightarrow$ Produksi Minyak	1,24	0,23	Tidak ada Granger-causality

- Korelasi Pearson antara produksi minyak dan return saham sebesar 0,45 ($p < 0,01$), menunjukkan korelasi positif sedang.
- Granger Causality Test:
 - produksi minyak $\rightarrow$ return saham: $F = 4,35$, $p = 0,02 \rightarrow$ terbukti signifikan.
 - return saham $\rightarrow$ produksi minyak: $p = 0,23 \rightarrow$ tidak signifikan.

Seleksi Variabel

Menggunakan Elastic-Net, variabel-variabel signifikan yang terpilih:

- Produksi minyak: lag 1 & lag 2 bulan
- Harga minyak (lag 1)
- Dummy kejutan geopolitik (misal Ukraina 2014, COVID-19 2020)

Kinerja Model Prediksi

Model	Input Variabel	MAPE	RMSE	R ²
VAR-GARCH	Harga minyak + Dummy	9,8%	0,025	0,52
VAR-GARCH	+ Produksi minyak	8,5%	0,022	0,56
Vine Copula	Harga + Produksi + Dummy	7,2%	0,018	0,64
LSTM (3-lapis)	Harga + Produksi + Dummy	6,9%	0,017	0,66

Catatan: Model tanpa data produksi (harga + dummy) memiliki MAPE rata-rata 9,8%. Setelah menambahkan variabel produksi minyak, MAPE turun rata-rata 1,3–1,5 %.

Visualisasi Hasil Model

- Grafik Time-series Return Aktual vs Prediksi (LSTM) menampilkan garis prediksi yang mengikuti tren data sepanjang periode pelatihan dan validasi, dengan deviasi kecil pada lonjakan.
- Tabel Summary Performance seperti di atas secara jelas menunjukkan peningkatan R² dari 0,52 → 0,66 dan penurunan error.

Kutipan Wawancara

Dalam verifikasi kualitatif, dua responden utama memberikan feedback:

“Saya merasa variabel produksi memberikan informasi tambahan yang signifikan dalam prediksi, dibanding hanya harga minyak.”

– Analis energi, 3 Juni 2025

“Model LSTM dengan tiga lapis berhasil menangkap tren yang tidak tertangkap model linear.”

– Peneliti data, 5 Juni 2025

Kedua kutipan tersebut memperkuat bahwa hasil kuantitatif telah dalam proses diverifikasi juga melalui narasi ahli bidang.

Rangkuman Data Utama

1. Korelasi positif dan Granger-kausalitas menunjukkan produksi minyak adalah prediktor signifikan bagi pergerakan harga saham sektor energi.
2. Model statistik dan ML yang menggabungkan data produksi outperform model konvensional—penurunan MAPE hingga ~1,3–1,5 % dan peningkatan R² hingga ~0,14.
3. LSTM (3-lapis) menjadi model terbaik dengan MAPE 6,9%, RMSE 0,017, dan R² 0,66.

Kesimpulan Hasil Tanpa Interpretasi:

Model dengan memasukkan variabel produksi mentah menunjukkan peningkatan performa prediksi yang konsisten. Baik secara statistik (MAPE, RMSE, R^2) maupun pendapat ahli, hasil ini tervalidasi sebagai manfaat penggunaan data produksi minyak. Padahal sebelumnya, model hanya mengandalkan harga minyak dan dummy geopolitik.

DISKUSI

Analisis ini menunjukkan hasil sejalan dengan penelitian sebelumnya, namun dengan implementasi variabel produksi sebagai inovasi utama. Korelasi positif dan temporalitas kausalitas produksi minyak $\rightarrow$ return saham energi memperkuat temuan VAR-GARCH dalam konteks China. Selain itu, penggunaan model vine copula dan LSTM mirip dengan metode yang lebih baik ketimbang model tradisional. Hasil ini signifikan karena menunjukkan peningkatan akurasi prediksi hingga 1.5% MAPE, sebuah loncatan yang berarti dalam praktek finansial.

Kontribusi teoretis terlihat jelas: memperluas pemahaman hubungan antara fundamental produksi minyak dan harga saham dengan dukungan data statistik nyata. Dari sisi praktik, investor dan analis dapat memasukkan data produksi sebagai indikator tambahan dalam strategi investasi sektor energi.

Implikasi:

1. Investor dapat meningkatkan model prediksi return saham melalui input data produksi bulanan.
2. Perusahaan energi dapat menginformasikan laporan produksi publik untuk mempengaruhi ekspektasi pasar.
3. Pembuat kebijakan dapat menggunakan analisis ini untuk merancang kebijakan energi yang adaptif terhadap fluktuasi pasar.

Batasan penelitian:

- Ketergantungan pada data makro global, tidak spesifik per negara.
- LSTM membutuhkan data historis panjang sehingga kurang berlaku pada bursa negara berkembang dengan data terbatas.
- Potensi bias karena dummy geopolitik masih subjektif.

Koneksi dengan Literatur Eksisting

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya korelasi positif moderat ($r = 0,45$, $p < 0,01$) dan kausalitas Granger dari produksi minyak terhadap return saham sektor energi ($F = 4,35$; $p = 0,02$). Temuan ini sejalan dengan studi Shi et al. (2021) yang menemukan bahwa harga minyak memiliki dampak signifikan terhadap return saham energi di China menggunakan model VAR dan

DCC-GARCH. Namun, penelitian ini mengalami peningkatan dengan integrasi variabel produksi, menegaskan hubungan sebab – akibat bukan hanya dari sisi harga tetapi juga dari sumber produksi. Ini memperluas konteks temuan Shi et al., menggeser fokus dari dinamika harga ke fundamental suplai.

Selain itu, penggunaan metode prediksi seperti vine copula regression dan LSTM menegaskan hasil temuan Kim et al. (2022), yang menunjukkan deep learning dan copula dapat lebih unggul daripada model tradisional dalam memprediksi harga minyak. Model vine copula dalam penelitian ini menurunkan MAPE menjadi 7,2 %, sedangkan LSTM mencapai 6,9 %. Penurunan MAPE tersebut - 1,3–1,5 % lebih baik daripada model VAR-GARCH (dengan MAPE 8,5 %) – menunjukkan bahwa memasukkan variabel produksi ke dalam framework multivariat memang memberikan peningkatan prediksi yang signifikan.

Signifikansi Temuan

Secara teoretis, hasil ini memperkuat argumen bahwa data produksi minyak mentah adalah variabel indikator fundamental yang penting dalam memprediksi return saham sektor energi. Ini sejalan dengan teori supply-demand dan literatur seperti *Frontiers in Energy* (Li & Su, 2020) yang menyoroti efek spillover volatilitas dari minyak terhadap sektor komoditas China. Namun, penelitian ini menambah kontribusi dengan menyertakan variabel produksi secara langsung, bukan hanya volatilitas harga—menunjukkan adanya variabel independen linear yang memprediksi return saham. Secara praktis, temuan ini memiliki implikasi besar. Investor dan manajer portofolio dapat mempertimbangkan data produksi bulanan sebagai input dalam model prediksi mereka untuk meningkatkan akurasi, terutama bila menggunakan metode LSTM. Secara empiris, LSTM meraih MAPE 6,9 % – jauh lebih rendah dari model klasik. Ini juga berarti strategi investasi sektor energi menjadi lebih informatif dan terukur dalam manajemen risiko.

Implikasi Riset dan Kebijakan

1. Investor & Analis Keuangan

- Dapat meningkatkan model prediksi mereka dengan menambahkan variabel produksi.
- LSTM terbukti efektif dalam menangkap tren jangka pendek dan anomali yang tidak tertangkap model linear.

2. Perusahaan Energi & Regulator

- Informasi publik mengenai produksi minyak bulanan memiliki dampak signifikan terhadap harga saham, hal ini dapat dimanfaatkan sebagai alat komunikasi dan perencanaan.

- Alat ini dapat meningkatkan transparansi dan mereduksi over/under-reaction pasar terhadap peristiwa geopolitik.

3. Pembuat Kebijakan

- Dapat mempertimbangkan produksi minyak sebagai indikator kesehatan ekonomi sektor energi dalam merumuskan kebijakan fiskal atau energi.
- Model prediksi yang akurat dapat membantu dalam merancang regulasi dan stok energi strategis secara lebih responsif.

Keterbatasan dan Arah Penelitian Selanjutnya

1. Agregasi Global

- Penelitian ini menggunakan data produksi global, belum membedakan antara negara atau wilayah. Pengelompokan OPEC dan non-OPEC dapat meningkatkan akuntabilitas dan relevansi model.

2. Skalabilitas pada Data Terbatas

- Model LSTM membutuhkan serangkaian data historis yang panjang. Ini mungkin tidak dapat digunakan secara praktis pada bursa negara berkembang yang memiliki data terbatas atau tidak konsisten.

3. Variabel Dummy Geopolitik Subjektif

- Dummy yang digunakan (peristiwa pandemi, konflik kawasan) masih bersifat subjektif. Dokumentasi peristiwa yang lebih sistematis dan kuantitatif bisa memperbaiki presisi.

4. Potensi Overfitting

- Meskipun K-fold cross validation digunakan, model LSTM tetap rentan overfitting. Diperlukan uji robustitas lebih lanjut, misalnya backtest pada periode out-of-sample.

Kontribusi pada Ilmu Keuangan

Penelitian ini memperkenalkan paradigma baru dalam analisis prediksi return saham sektor energi dengan memposisikan produksi minyak mentah sebagai variabel fundamental. Tidak hanya memperdalam literatur yang menyoroti spillover volatilitas (*VAR*, *DCC-GARCH*), tetapi juga menggabungkannya dengan metode prediksi modern (*vine copula*, *LSTM*) untuk menciptakan model ramalan yang lebih akurat. Model ini kemudian menjadi template penelitian lebih lanjut dan aplikasi investasi praktikal di sektor keuangan energi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini secara sistematis membuktikan bahwa data statistik produksi minyak mentah memiliki kontribusi signifikan dalam memprediksi harga saham sektor energi. Melalui pendekatan kuantitatif berbasis time-series dan machine learning, terutama model VAR-GARCH, vine copula regression, dan LSTM 3-layer, penelitian ini mengidentifikasi adanya korelasi positif moderat ($r = 0,45$) serta kausalitas Granger signifikan ($p < 0,05$) antara volume produksi minyak dan return saham energi. Hasil ini menguatkan dugaan bahwa tidak hanya harga minyak yang berpengaruh, tetapi juga aspek fundamental suplai, yaitu volume produksi, menjadi penentu dinamika pasar saham sektor energi.

Kinerja model prediksi yang menggunakan variabel produksi minyak juga terbukti lebih akurat dibanding model yang hanya mengandalkan harga minyak. Hal ini tercermin dari penurunan nilai MAPE dari 9,8% (VAR-GARCH tanpa produksi) menjadi 6,9% (LSTM dengan produksi), disertai peningkatan nilai R^2 dari 0,52 menjadi 0,66. Temuan ini memperluas literatur sebelumnya yang banyak berfokus pada hubungan harga minyak dan saham energi, dengan menunjukkan bahwa dimensi produksi fisik minyak mentah patut dipertimbangkan dalam pendekatan prediktif, baik dalam konteks akademik maupun aplikasi praktis.

Secara teoretis, kontribusi utama penelitian ini adalah menghadirkan variabel baru—produksi minyak mentah—ke dalam kerangka prediksi saham energi, yang selama ini didominasi oleh variabel harga dan sentimen pasar. Penelitian ini juga mempertegas bahwa kombinasi pendekatan tradisional dan model prediktif mutakhir seperti vine copula dan LSTM dapat meningkatkan akurasi ramalan secara signifikan. Secara praktis, hasil ini memberikan alternatif bagi investor, analis keuangan, dan pembuat kebijakan energi dalam merancang strategi berbasis data yang lebih andal dan berorientasi ke depan.

Namun, seperti penelitian lainnya, studi ini juga memiliki keterbatasan. Penggunaan data agregat produksi global belum mampu menggambarkan pengaruh diferensial antar negara produsen utama. Selain itu, kompleksitas model deep learning membutuhkan data panjang dan berisiko overfitting. Oleh karena itu, penelitian di masa mendatang disarankan untuk:

1. Melakukan analisis terpisah antara negara-negara OPEC dan non-OPEC untuk melihat efek asimetris produksi.
2. Menggunakan pendekatan hybrid/ensemble (misalnya kombinasi LSTM + VAR-GARCH) untuk mengurangi kelemahan masing-masing model.
3. Memasukkan variabel tambahan seperti inventori minyak, tingkat ekspor, indeks sentimen pasar, dan faktor ESG untuk memperkaya model.

4. Menyediakan sistem klasifikasi geopolitik berbasis data yang lebih objektif untuk menggantikan dummy manual.

Dengan adanya penguatan metodologi dan dimensi variabel, penelitian masa depan akan mampu menghasilkan model prediksi yang lebih adaptif, akurat, dan aplikatif dalam menghadapi dinamika sektor energi global yang makin kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, M., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Efektivitas strategi sumber daya manusia dalam meningkatkan kepuasan dan loyalitas karyawan. *Journal of Social and Human Resource Research (JSHR)*, 1(2), 14–20. <https://journal.adlermanurungpress.com/index.php/jshr/article/view/33>
- Gerson, G., Sangapan, L. H., Manurung, A. H., & Eprianto, I. (2025). Tantangan dan peluang digitalisasi dalam manajemen SDM: Perspektif praktisi dan pengambil keputusan. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi*, 3(2), 134–158. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i2.93>
- Gerson, G., Sangapan, L. H., Manurung, A. H., & Eprianto, I. (2025). Analisis kualitatif terhadap keterikatan pegawai di era pasca pandemi: Studi kasus pada organisasi di Indonesia. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi*, 3(2), 74–102. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i2.90>
- Gerson, M., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Pengaruh strategi pelatihan dan pengembangan terhadap kinerja relasional karyawan. *Journal of Social and Human Resource Research (JSHR)*, 1(2), 27–33. <https://journal.adlermanurungpress.com/index.php/jshr/article/view/34>
- Hendriarto, P., Paryanti, A. B., Sangapan, L. H. ., & Manurung, A. H. (2025). PENGARUH GOOD CORPORATE GOVERNANCE, RISIKO BISNIS, DAN KUALITAS LABA TERHADAP KINERJA KEUANGAN PERUSAHAAN. *CAKRAWALA*, 33(2), 54–65. Retrieved from <https://jurnal.swins.ac.id/index.php/cakrawala/article/view/118>
- Hendriarto, P., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). *Eksplorasi nilai-nilai keuangan berkelanjutan dalam praktik ESG (Environmental, Social, Governance): Studi multi-kasus di Indonesia*. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE)*, 3(4), 375–394. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i4.141>
- Hendriarto, P., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). *Peran kepemimpinan adaptif dalam meningkatkan efektivitas strategi SDM*. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multi Disiplin*, 3(4), 961–972.
- Hendriarto, P., Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., Manurung, A. H., & Manurung, A. (2025). *Akuntansi sektor publik di Indonesia: Kajian sistematis atas transparansi dan akuntabilitas*

- keuangan pemerintah. *Jurnal Greenation of Indonesian Accounting (JGIA)*, 3(2), 59–68. <https://doi.org/10.38035/jgia.v3i2>
- Hubbert, M. K. (1956). Nuclear energy and the fossil fuels. *American Petroleum Institute & Shell Development Co.*
- Kim, J.-M., Han, H. H., & Kim, S. (2022). *Forecasting Crude Oil Prices with Major S&P 500 Stock Prices: Deep Learning, Gaussian Process, and Vine Copula*. *Axioms*, 11(8), 375
- Kurniawan, D., Machdar, N. M., Manurung, A. H., & Sangapan, L. H. (2025). Pengaruh Enterprise Risk Management Disclosure Terhadap Nilai Perusahaan Dengan Profitabilitas Sebagai Variabel Mediasi. *Journal of Capital Markets and Banking*, 13(2), 1–17. <https://doi.org/10.63607/jcmb.v13i2.6>
- Kurniawan, D., Sangapan, L. H., & Suraji, R. (2024). Analisis keberhasilan pemasaran digital UMKM di Indonesia melalui pendekatan pluralistik Paul Feyerabend. *Fibonacci*, 1(2), 77–89. <https://inovanpublisher.org/fibonacci>
- Manurung, A. H., & Sangapan, L. H. (2023). *Pasar Modal*. PT. Adler Manurung Press.
- Manurung, A., Hendriarto, P., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). *Pengaruh sustainability reporting terhadap nilai perusahaan: Kajian literatur sistematis*. *Jurnal Greenation of Indonesian Accounting (JGIA)*, 3(2), 70–80. <https://doi.org/10.38035/jgia.v3i2>
- Manurung, A., Manurung, A. H., Manurung, G., Sangapan, L. H., Manurung, G., & Simanjuntak, J. M. (2025). Free Cash Flow of Telecommunications Companies in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Jagaditha*, 12(2), 258–268. <https://doi.org/10.22225/jj.12.2.2025.258-268>
- Manurung, A., Nababan, R., Manurung, J. S., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Kajian sistematis terhadap regulasi perlindungan anak dalam kerangka hukum nasional dan internasional. *Imperium*, 1(1). <https://doi.org/10.38035/IMPERIUM.v1i1>
- Manurung, A., Nababan, R., Sihar, J., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Kajian sistematis terhadap regulasi perlindungan anak. *Imperium*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.62534/imperium.v1i1.5>
- Manurung, A., Sangapan, L. H., Manurung, A. H., & Machdar, N. M. (2025). Strategi sumber daya manusia untuk meningkatkan kinerja organisasi berbasis sustainability. *Journal of Social and Human Resource Research (JSHR)*, 1(2), 55–60. <https://journal.adlermanurungpress.com/index.php/jshr/article/view/36>
- Manurung, A., Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., & Manurung, A. H. (2025). *Tren dan arah penelitian akuntansi keuangan: Sebuah systematic literature review tahun 2010–2025*. *Dinasti Accounting Review (DAR)*, 3(1), 12–24. <https://doi.org/10.38035/dar.v3i1>

- Manurung, G., Ali, H., Manurung, A. H., & Sangapan, L. H. (2025). Kebiasaan berutang di era digital: Kontribusi budaya hemat dan akses pinjaman online terhadap kesehatan keuangan rumah tangga. *Jurnal Citra Manajemen dan Bisnis*, 13(2), 63–78. <https://doi.org/10.63607/jcmb.v13i2>
- Manurung, G., Manurung, C., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Tren dan isu dalam manajemen SDM di sektor publik: Studi literatur. *Jurnal Shr*, 1(1), 44–53. <https://doi.org/10.38035/jshr.v1i1>
- Manurung, G., Suraji, R., Manurung, A. H., & Hakim, L. S. (2025). Philosophy behind strategy: Reconstructing the theoretical foundation of strategic management in a disruptive era. *Journal of Business and Economics*, 3(3), 284–300. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i3.114>
- Paryanti, A. B., & Sangapan, L. H. (2025). *Makna keadilan dalam transaksi bisnis syariah: Studi fenomenologi pada pelaku UMKM di Indonesia*. Jurnal Humaniora, Ekonomi, dan Sosial Masyarakat (JHESM), 3(3), 61–72.
- Paryanti, A. B., Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Peran mentorship dalam membentuk karakter wirausaha generasi Z. *Jurnal Kewirausahaan dan Manajemen Terapan*, 3(2), 44–53. <https://doi.org/10.38035/jkmt.v3i2>
- Paryanti, A. B., Suraji, R., & Sangapan, L. H. (2025). Paradigma pengambilan keputusan dan interpretasi menggunakan model kuhn. *Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi (JEKMA)*, 4(1), 14–20.
- Sangapan, L. H., Manurung, C., & Manurung, A. H. 2025. Strategi Inovasi Produk Berbasis Riset Pasarpada Perusahaan Start-Up. 1(1), 34–43.
- Sangapan, L. H. (2025). Pengaruh kepemimpinan strategis dan moral terhadap kinerja keuangan perusahaan: Peran mediasi komitmen organisasi sebagai dampak dari kepercayaan organisasional – Studi literatur sistematis. *Jurnal Penelitian Manajemen dan Publik (JPMP)*, 13(2). <https://doi.org/10.63607/jcmb.v13i2>
- Sangapan, L. H. (2025). *Peran influencer dalam komunikasi pemasaran: Sebuah tinjauan sistematis literatur internasional*. Jurnal Komunikasi dan Ilmu Sosial (JKIS), 3(3), 129–141. <https://doi.org/10.38035/jkis.v3i3>
- Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). *Pengaruh praktik manajemen sumber daya manusia terhadap kinerja organisasi: Tinjauan literatur sistematis*. HRM RESEARCH: Human Resource Management and Business Journal, 1 (1). <https://siberresearch.org/HRM/article/view/17>

- Sangapan, L. H., & Manurung, A. H. (2025). Peran budaya organisasi dalam implementasi manajemen sumber daya manusia strategik. *Journal of Social and Human Resource Research (JSHR)*, 1(2), 1–7. <https://journal.adlermanurungpress.com/index.php/jsshr/article/view/32>
- Sangapan, L. H., Ali, H., Manurung, A. H., & Kurniawan, D. (2024). *Pengaruh Sumber Daya yang Unik dan Pemakaian Teknologi Terhadap Peningkatan Kerja Melalui Motivasi Kerja*. *Jurnal Manajemen dan Pemasaran Digital*, 2(4), Artikel. <https://doi.org/10.38035/jmpd.v2i4.259>
- Sangapan, L. H., Carlos, G. J., & Manurung, A. H. (2025). Pengaruh disiplin kerja, inovasi karyawan, dan motivasi kerja terhadap kinerja karyawan. *JMPIS*, 6(2). <https://doi.org/10.38035/jmpis.v6i2>
- Sangapan, L. H., Carlos, G. J., Ali, H., & Manurung, A. H. (2025). Pengaruh pemakaian teknologi, kepemimpinan, penerapan efisiensi, terhadap peningkatan kerja melalui motivasi kerja. *Jurnal Manajemen dan Pemasaran Digital*, 3(2), 82–99. <https://doi.org/10.38035/jmpd.v3i2>
- Sangapan, L. H., Carlos, G. J., Manurung, A. H., & Manurung, J. S. (2025). Pengaruh sumber daya yang unik, kepemimpinan, penerapan efisiensi, terhadap peningkatan kerja di mediasi motivasi dan di moderasi umur: Literature review. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi*, 3(3), 255–268. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i3>
- Sangapan, L. H., Manurung, A. H., & Eprianto, I. (2025). Tantangan dan peluang digitalisasi dalam manajemen SDM: Perspektif praktisi dan pengambil keputusan. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi*, 3(2), 134-158. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i2.93>
- Sangapan, L. H., Manurung, A. H., FoEh, J. E., Simamora, H., & Sinaga, J. (2022). Pengaruh Sumberdaya yang Unik, Pemakaian Teknologi, Kepemimpinan dan Penerapan Efisiensi Terhadap Peningkatan Kinerja yang Dimoderasi oleh Umur Pegawai pada Perusahaan. *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 4(2), 163-175. <https://dinastirev.org/JIMT/article/view/1218>
- Sangapan, L. H., Manurung, A. H., Manurung, C., Manurung, A., & Manurung, G. (2021). Employee engagement in SMEs: A systematic review of the literature on factors and their impact. *JLPH*, 1(4), 197–202. <https://doi.org/10.38035/jlph.v1i4>
- Sangapan, L. H., Manurung, Ali, Hapzi., Manurung, A. H., & Kurniawan, Dody (2024). Kurniawan. *Jurnal Manajemen dan Pemasaran Digital*, 333-351. <https://doi.org/10.38035/jmpd.v2i4.259>
- Sangapan, L. H., Manurung, C., & Manurung, A. H. (2025). Strategi inovasi produk berbasis riset pasar pada perusahaan start-up. *Jurnal Shr*, 1(1), 34–43. <https://doi.org/10.38035/jsshr.v1i1>
- Sangapan, L. H., Manurung, C., Manurung, R., Manurung, A., & Manurung, A. H. (2025). Penegakan hukum korupsi di Indonesia: Perspektif systematic literature review (2010–2023). *Imperium*, 1(1). <https://doi.org/10.38035/IMPERIUM.v1i1>

- Sangapan, L. H., Manurung, G., & Manurung, A. H. (2025). Analisis implementasi program corporate social responsibility dan dampaknya terhadap citra internal perusahaan. *Jurnal Shr*, 1(1).
- Sangapan, L. H., Manurung, G., & Manurung, A. H. (2025). Analisis strategi personalisasi layanan dalam meningkatkan loyalitas pelanggan. *Jurnal Shr*, 1(1), 10–23. <https://doi.org/10.38035/jshr.v1i1>
- Sangapan, L. H., Manurung, G., & Manurung, A. H. (2025). Peran pelatihan dan pengembangan dalam peningkatan kapabilitas SDM di sektor pendidikan. *Jurnal Shr*, 1(1), 24–33. <https://doi.org/10.38035/jshr.v1i1>
- Sangapan, L. H., Manurung, G., Manurung, C., Manurung, A. H., & Carlos, G. J. (2025). Dampak teknologi informasi terhadap dinamika sistem organisasi: Kajian literatur sistematis. *Jurnal Shr*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.38035/jshr.v1i1>
- Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., & Manurung, A. H. (2025). Eksplorasi pengalaman wirausahawan muda dalam mewujudkan entrepreneurial mindset di kalangan mahasiswa. *Jurnal Kewirausahaan dan Manajemen Terapan*, 3(1), 36–47. <https://doi.org/10.38035/jkmt.v3i1>
- Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., & Manurung, A. H. (2025). Strategi adaptif dan nilai sosial dalam kewirausahaan milenial: Studi naratif di konteks urban Indonesia. *JKMT*, 3(1). <https://doi.org/10.38035/jkmt.v3i1>
- Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., & Manurung, A. H. (2025). *Tantangan globalisasi terhadap pelestarian budaya Nusantara di dunia pendidikan: Sebuah kajian sistematis literatur*. *Jurnal Pendidikan, Kebudayaan, dan Nasionalisme (JPKN)*, 3(3), 147–160. <https://doi.org/10.38035/jpkn.v3i3>
- Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., Manurung, A. H., & Manurung, A. (2025). *Komunikasi interpersonal di tempat kerja: Temuan empiris dari pendekatan systematic literature review*. *Jurnal Komunikasi dan Ilmu Sosial (JKIS)*, 3(3), 106–116. <https://doi.org/10.38035/jkis.v3i3>
- Sangapan, L. H., Paryanti, A. B., Manurung, A. H., & Manurung, A. (2025). *Tren penelitian komunikasi organisasi di era hybrid work: Kajian systematic literature review*. *Jurnal Komunikasi dan Ilmu Sosial (JKIS)*, 3(3), 117–128. <https://doi.org/10.38035/jkis.v3i3>
- Sangapan, L. H., Suraji, R., Manurung, A. H., & Carlos, G. J. (2025). Pemikiran Thomas Kuhn dalam era digital: Paradigma baru dalam ilmu pengetahuan. *Jurnal Bisnis Dan Ekonomi*, 3(1), 17–29. <https://doi.org/10.61597/jbe-ogzrp.v3i1.83>

- Shi, Y., Liu, Z., & Zhang, X. (2021). *The Impact of International Crude Oil Prices on Energy Stock Prices*. Evidence from China. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 28133.
- Silalahi, E. E., Sangapan, L. H., Manurung, A. H., & Machdar, N. M. (2025). Strategi peningkatan kompetensi digital karyawan melalui manajemen sumber daya manusia strategik. *Journal of Social and Human Resource Research (JSHR)*, 1(2), 41–47.
<https://journal.adlermanurungpress.com/index.php/jshr/article/view/35>
- Zhao, Y., Hu, B., & Wang, S. (2024). *Prediction of Brent Crude Oil Price Based on LSTM Model under the Background of Low-Carbon Transition* (preprint). arXiv.