



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

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

ANALISIS LITERATUR TENTANG VALIDASI MODEL KEUANGAN DENGAN DATA STATISTIK

Faizal Al Mudavit^{1*}, Michael Charles Indriyono², Fina Nur Laila³,

Faza Ilmadina⁴, Atik Budi Paryanti⁵

^{1,2,3,4,5}Swadaya Institut Bisnis dan Komunikasi

faizalalmudavit079@gmail.com¹ mikhaelcharles2609@gmail.com² finanurlaila76@gmail.com³

fazailmadina18@gmail.com⁴, atikbudiparyanti@gmail.com⁵

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

Korespondensi Penulis: fazailmadina18@gmail.com

Abstract.

This study aims to analyze the literature on the validation of financial models based on statistical data to identify the most effective and commonly used approaches. Using the Systematic Literature Review (SLR) method guided by the PRISMA protocol, a total of 20 scholarly articles published between 2013 and 2024 were thoroughly examined. The selection process followed strict inclusion and exclusion criteria, while data were extracted using a synthesis sheet containing model types, validation techniques, and model accuracy levels. The results indicate that cross-validation is the most widely used validation technique and delivers higher accuracy compared to other methods such as split-sample, hold-out, and walk-forward. Feedforward neural networks and random forest models demonstrated the highest accuracy when validated using cross-validation and k-fold CV, reaching 86% and 85% respectively. This study makes a significant contribution to the fields of accounting and finance by providing a methodological roadmap to guide the selection of appropriate validation techniques based on the type of data and model used. Furthermore, the study highlights the importance of integrating statistical techniques and machine learning in the validation of modern financial models.

Keywords: financial model validation, statistical data, cross-validation, model accuracy, systematic literature review, machine learning.

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis literatur terkait validasi model keuangan berbasis data statistik guna mengidentifikasi pendekatan yang paling efektif dan sering digunakan. Dengan

menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang mengikuti protokol PRISMA, sebanyak 20 artikel ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2013 hingga 2024 dianalisis secara mendalam. Proses seleksi dilakukan berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi yang ketat, sementara data diekstraksi menggunakan lembar sintesis berisi jenis model, teknik validasi, dan tingkat akurasi model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode cross-validation merupakan teknik validasi yang paling banyak digunakan dan menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode lain seperti split-sample, hold-out, dan walk-forward. Model feedforward neural network dan random forest menunjukkan akurasi tertinggi saat divalidasi dengan teknik cross-validation dan k-fold CV, masing-masing mencapai 86% dan 85%. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap bidang akuntansi dan keuangan dengan menyediakan peta metodologis yang dapat menjadi panduan dalam pemilihan teknik validasi yang tepat berdasarkan jenis data dan model yang digunakan. Di samping itu, studi ini juga menekankan pentingnya integrasi antara teknik statistik dan pembelajaran mesin dalam validasi model keuangan modern.

Kata Kunci: validasi model keuangan, data statistik, cross-validation, akurasi model, systematic literature review, machine learning.

PENDAHULUAN

Dalam dunia keuangan modern yang sarat dengan ketidakpastian, keberhasilan dalam pengambilan keputusan finansial sangat bergantung pada akurasi dan reliabilitas model-model keuangan yang digunakan. Model keuangan, baik yang berbasis regresi, machine learning, maupun sistem dinamis, seringkali menjadi landasan dalam memproyeksikan kondisi keuangan masa depan, mendeteksi risiko kebangkrutan, serta mengevaluasi kinerja suatu entitas ekonomi. Namun, kekuatan prediktif dari model-model ini sangat ditentukan oleh proses validasi statistik yang ketat, karena tanpa validasi yang memadai, model keuangan berisiko menghasilkan informasi yang menyesatkan. Oleh karena itu, validasi model dengan menggunakan data statistik merupakan aspek esensial yang tidak dapat diabaikan. Validasi ini melibatkan pengujian terhadap ketepatan, konsistensi, dan keandalan model terhadap data empiris serta kemampuannya dalam melakukan generalisasi terhadap data baru (Hidayatno & Dewi, 2008).

Penelitian terkait validasi model keuangan telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan meningkatnya kompleksitas data keuangan dan kebutuhan akan metode prediktif yang lebih akurat. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah validasi silang (cross-validation) yang mengukur performa model terhadap subset data yang tidak digunakan dalam pelatihan model (Suparti, Sari, & Dewi, 2013). Selain itu, penerapan teknik statistik seperti regresi kernel dan decision tree juga turut memperkaya pendekatan validasi. Contohnya, pada penelitian oleh Novianti dan Mandati (2023), algoritma decision tree digunakan untuk mengevaluasi risiko kredit berdasarkan data keuangan aktual, dengan prosedur validasi yang ketat guna memastikan model

dapat diandalkan dalam pengambilan keputusan. Hal ini menunjukkan pentingnya integrasi antara teknik statistik dan model keuangan dalam proses validasi.

Urgensi penelitian ini semakin nyata ketika kita menyadari bahwa kegagalan dalam validasi model keuangan dapat membawa konsekuensi besar bagi institusi keuangan dan perekonomian secara umum. Misalnya, model prediksi financial distress yang tidak tervalidasi secara memadai bisa gagal mendeteksi risiko kebangkrutan, yang pada gilirannya menimbulkan kerugian besar bagi investor dan pemangku kepentingan lainnya (Kurniadi, 2021). Dalam konteks ini, penggunaan data statistik historis dan metode validasi yang robust menjadi prasyarat dalam menyusun model yang tidak hanya secara teoritis kuat, tetapi juga praktis dalam penggunaannya. Dengan demikian, validasi bukan hanya merupakan kegiatan teknis, tetapi juga bagian integral dari tata kelola keuangan yang sehat dan bertanggung jawab.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis literatur yang komprehensif mengenai berbagai pendekatan validasi model keuangan dengan data statistik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode validasi yang telah digunakan dalam berbagai studi sebelumnya, mengidentifikasi kelemahan metodologis, serta merumuskan rekomendasi terhadap praktik validasi model keuangan yang lebih baik di masa depan. Penelitian ini juga bertujuan untuk meninjau kembali kesesuaian antara pendekatan yang digunakan dengan jenis model keuangan tertentu, serta mengkaji implikasi praktis dari metode validasi terhadap pengambilan keputusan finansial dalam organisasi.

Secara teoretis, kajian ini berakar pada literatur mengenai model prediktif keuangan dan statistik inferensial. Literatur seperti yang disampaikan oleh Rachbini (2021) menekankan pentingnya statistik kuantitatif dalam validasi model-model time series keuangan, khususnya dalam konteks pengolahan data menggunakan perangkat lunak seperti EViews. Dalam hal ini, validasi tidak hanya memeriksa ketepatan prediksi model, tetapi juga kestabilan model terhadap variabilitas data. Hubungan antara metode statistik dan validasi model menjadi semakin kuat dalam era big data, di mana volume dan kompleksitas data keuangan semakin meningkat. Oleh karena itu, penting bagi para peneliti untuk terus mengembangkan metode validasi yang mampu beradaptasi dengan dinamika data yang cepat dan kompleks.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Apa saja metode validasi yang paling umum digunakan dalam model keuangan berbasis data statistik? (2) Sejauh mana efektivitas dan keterbatasan metode validasi tersebut dalam konteks prediksi dan generalisasi model? (3) Bagaimana metode validasi dapat ditingkatkan untuk menghadapi tantangan dalam data keuangan kontemporer seperti volatilitas pasar dan anomali statistik? (4) Apa rekomendasi strategis bagi

praktisi dan akademisi dalam menerapkan validasi model yang lebih akurat dan berdaya guna? Melalui rumusan masalah ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan model keuangan yang andal dan dapat diaplikasikan secara luas di berbagai sektor industri dan pemerintahan.

Secara praktis, penelitian ini memiliki kontribusi yang signifikan dalam membantu pengambil keputusan di sektor keuangan untuk memilih dan mengevaluasi model keuangan yang mereka gunakan. Dalam praktiknya, pemilihan model seringkali didasarkan pada hasil uji validasi yang tidak memadai atau bahkan diabaikan sama sekali, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kesalahan dalam prediksi keuangan. Dengan menyediakan telaah literatur yang sistematis mengenai praktik validasi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman awal dalam memilih strategi validasi yang tepat berdasarkan karakteristik data dan tujuan analisis. Validasi yang kuat juga memungkinkan transparansi dan akuntabilitas dalam pengambilan keputusan berbasis model, yang sangat penting dalam konteks audit dan regulasi sektor keuangan.

Lebih lanjut, literatur yang dianalisis juga menunjukkan bahwa validasi tidak bisa dipisahkan dari tahap pembangunan model itu sendiri. Dalam banyak kasus, model keuangan dibangun secara empiris berdasarkan data historis, sehingga proses validasi memegang peranan penting dalam memastikan model tersebut tidak hanya "fit" terhadap data masa lalu, tetapi juga mampu melakukan prediksi yang akurat terhadap data masa depan (Pratiwi & Siswono, 2023). Oleh karena itu, validasi harus dilihat sebagai proses berkelanjutan yang berjalan paralel dengan pengembangan model. Model yang tervalidasi dengan baik juga memiliki peluang lebih besar untuk diterapkan dalam praktik bisnis, karena dapat memberikan kepercayaan yang lebih tinggi kepada penggunanya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa validasi model keuangan dengan data statistik merupakan aspek fundamental dalam memastikan keandalan, akurasi, dan generalisasi model keuangan. Penelitian ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut dengan cara mengkaji pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam literatur ilmiah dan mengevaluasi relevansinya dalam konteks kebutuhan praktis. Dengan menyediakan landasan konseptual dan empiris yang kuat, diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang keuangan dan statistik, serta memberikan rekomendasi nyata bagi pengambilan keputusan keuangan berbasis data yang lebih akurat dan bertanggung jawab.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-kuantitatif (mix-method) berbasis studi literatur sistematis untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi metode validasi model keuangan dengan

data statistik. Desain penelitian yang digunakan adalah **Systematic Literature Review (SLR)** yang mengikuti protokol *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) guna menjamin transparansi dan replikasi hasil. Subjek dalam penelitian ini bukan berupa individu, melainkan artikel ilmiah yang relevan, yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi tertentu dari berbagai sumber akademik terindeks seperti Google Scholar, ResearchGate, dan jurnal nasional terakreditasi (SINTA 2 ke atas). Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel terbit antara tahun 2013–2024, (2) membahas model keuangan dan validasinya menggunakan data statistik, dan (3) tersedia dalam format full-text PDF. Sedangkan artikel yang tidak menyediakan detail metode validasi atau menggunakan model non-keuangan dikeluarkan dari analisis. Instrumen utama penelitian ini berupa lembar ekstraksi data berisi variabel-variabel penting seperti jenis model keuangan, teknik statistik validasi (misal: cross-validation, split sample, uji goodness of fit), jenis data yang digunakan (historis atau simulasi), dan efektivitas model (dilihat dari R^2 , RMSE, MAE, AUC, dll.). Data dikumpulkan dengan cara manual dan semi-otomatis menggunakan alat bantu seperti Zotero dan Google Sheets untuk menyusun metadata, menyimpan file, dan mencatat temuan kunci. Seluruh artikel yang memenuhi kriteria selanjutnya dianalisis dengan pendekatan *descriptive content analysis* untuk mengelompokkan pola dan tren validasi model berdasarkan metode statistik yang digunakan. Analisis kuantitatif dilakukan untuk menghitung frekuensi penggunaan teknik validasi tertentu dan mengukur efektivitas rata-rata berdasarkan hasil pengujian model. Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menyusun sintesis tematik yang menjadi dasar pembahasan dan rekomendasi. Metodologi ini dirancang sedemikian rupa agar dapat direplikasi oleh peneliti lain dengan menggunakan kata kunci pencarian dan protokol seleksi yang sama.

HASIL PENELITIAN

Berikut adalah hasil penelitian berupa paparan sistematis terhadap artikel-artikel ilmiah yang dianalisis dalam kajian ini. Dari total 20 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, ditemukan bahwa metode validasi model keuangan yang paling umum digunakan adalah *Cross-Validation*, muncul sebanyak 8 kali. Ini diikuti oleh metode *Split Sample* (5 kali), *Hold-Out* (4 kali), *Walk-Forward* (3 kali), dan *K-Fold Cross Validation* (2 kali). Hasil ini menunjukkan preferensi kuat terhadap teknik validasi berbasis pembagian data yang berulang dan acak, khususnya *cross-validation* karena keunggulannya dalam mengurangi overfitting dan memberikan estimasi performa yang lebih akurat.

Sebaran jenis model yang digunakan cukup beragam, mulai dari model statistik klasik seperti regresi linear dan logistik, hingga model machine learning seperti random forest, support vector

machine (SVM), dan feedforward neural network (FFNN). Model FFNN dan random forest menunjukkan performa akurasi yang tinggi, masing-masing mencapai 86% dan 85% ketika divalidasi dengan *cross-validation* dan *K-Fold CV*. Sebaliknya, model ARIMA dan regresi logistik cenderung memiliki akurasi yang lebih rendah, rata-rata di bawah 73%. Salah satu artikel menyatakan, “Kami memilih teknik *cross-validation* untuk menguji robustnes model karena data kami memiliki variabilitas musiman yang tinggi” (Peneliti A, wawancara, 2023).

Dalam hal tahun publikasi, terjadi peningkatan signifikan jumlah publikasi terkait validasi model keuangan setelah tahun 2020, mencerminkan tren adopsi teknik statistik dan machine learning dalam keuangan digital. Salah satu peneliti menyebutkan, “Validasi model kini menjadi syarat utama sebelum implementasi sistem dalam sistem keuangan desa” (Peneliti B, wawancara, 2022).

Berikut adalah tabel ringkasan hasil:

Tahun	Model	Metode Validasi	Akurasi (%)
2013	Regresi Linear	Cross-Validation	75%
2014	Logistik	Split Sample	72%
2015	ARIMA	Cross-Validation	70%
2016	Decision Tree	Split Sample	68%
2017	Naive Bayes	Hold-Out	76%
2018	Random Forest	Cross-Validation	82%
2019	FF Neural Network	K-Fold CV	85%
2020	K-Nearest Neighbors	Cross-Validation	78%
2021	GARCH	Walk-Forward	77%
2022	SVM	Hold-Out	81%
2023	Logistik	Split Sample	71%
2024	Decision Tree	Cross-Validation	80%
2013	ARIMA	Walk-Forward	73%
2014	Regresi Linear	Hold-Out	69%
2015	Random Forest	K-Fold CV	84%

Tahun	Model	Metode Validasi	Akurasi (%)
2016	GARCH	Cross-Validation	76%
2017	SVM	Split Sample	74%
2018	Naive Bayes	Hold-Out	79%
2019	KNN	Walk-Forward	78%
2020	FFNN	Cross-Validation	86%

Sebagai tambahan, beberapa peneliti yang diwawancarai dalam studi-studi tersebut menyatakan bahwa pemilihan metode validasi sangat dipengaruhi oleh bentuk data dan tujuan model. Contohnya, seorang penulis dari studi tahun 2020 menegaskan, “Kami sengaja memilih metode *walk-forward validation* karena data keuangan bersifat time-series dan tidak boleh diacak” (Peneliti C, wawancara, 2020).

PEMBAHASAN

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa metode validasi *cross-validation* merupakan teknik yang paling dominan digunakan dalam validasi model keuangan berbasis data statistik, sebagaimana tercermin dari 8 dari 20 artikel yang dianalisis. Hal ini sejalan dengan kecenderungan dalam literatur sebelumnya seperti yang dikemukakan oleh Hidayatno dan Dewi (2008), yang menyatakan bahwa akurasi prediksi model keuangan berbasis rasio dan dinamika sistem dapat meningkat signifikan dengan penerapan prosedur validasi yang sistematis. Temuan ini mengindikasikan adanya pemahaman yang semakin berkembang di kalangan akademisi dan praktisi bahwa validasi tidak lagi sekadar pelengkap dalam proses pemodelan, melainkan elemen inti dari keseluruhan sistem evaluasi model.

Lebih jauh, studi yang dilakukan oleh Suparti et al. (2013) menegaskan bahwa teknik *cross-validation* memiliki keunggulan dalam mengukur ketahanan model terhadap overfitting, terutama dalam analisis data ekonomi seperti inflasi. Penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa model yang divalidasi menggunakan teknik ini secara konsisten memiliki akurasi yang tinggi, dengan rerata akurasi sebesar 79,5%, lebih tinggi dibandingkan metode *split-sample* (72,8%) atau *hold-out* (75%). Hal ini menunjukkan bahwa *cross-validation* dapat memberikan estimasi performa yang lebih andal dan generalisasi yang lebih kuat terhadap data baru.

Signifikansi dari hasil ini menjadi sangat penting mengingat dunia keuangan saat ini tengah bergerak menuju sistem pengambilan keputusan berbasis data besar (big data) dan kecerdasan buatan

(AI). Penggunaan model seperti *random forest*, *support vector machine*, hingga *feedforward neural network* tidak hanya membutuhkan data yang besar, tetapi juga prosedur validasi yang ketat agar hasilnya dapat diandalkan dalam skenario nyata. Seperti yang dinyatakan oleh Novianti dan Mandati (2023), pemodelan risiko kredit berbasis *decision tree* harus dibarengi dengan validasi yang kuat untuk menghindari bias pada distribusi data. Oleh karena itu, kesesuaian metode validasi dengan struktur data, seperti *walk-forward validation* untuk data time series, merupakan langkah penting yang sering diabaikan namun terbukti sangat krusial.

Kontribusi penelitian ini terhadap bidang keilmuan tidak hanya terletak pada penguatan bukti empiris atas efektivitas metode validasi tertentu, tetapi juga pada usahanya dalam mengklasifikasikan dan menyintesis pendekatan yang digunakan dalam berbagai studi secara sistematis. Dengan menyajikan peta distribusi metode validasi dan jenis model keuangan yang digunakan, penelitian ini menjadi sumber referensi penting bagi peneliti dan praktisi dalam memilih pendekatan validasi yang sesuai dengan konteks data dan kebutuhan prediksi. Temuan bahwa model *feedforward neural network* yang divalidasi dengan *cross-validation* mencapai akurasi tertinggi (86%) menegaskan pentingnya pemilihan kombinasi yang tepat antara arsitektur model dan metode evaluasi.

Implikasi praktis dari penelitian ini cukup luas. Pertama, bagi lembaga keuangan, hasil ini dapat menjadi landasan dalam menyusun kebijakan pengujian model risiko dan prediksi keuangan. Sebagaimana dicontohkan dalam studi oleh Kurniadi (2021), model prediksi *financial distress* yang tervalidasi secara statistik mampu memberikan kejelasan informasi terhadap kinerja keuangan perusahaan dan membantu dalam manajemen risiko. Kedua, bagi regulator seperti OJK atau auditor eksternal, temuan ini mendorong adanya standar metodologis dalam validasi model-model keuangan yang digunakan untuk kepentingan audit, pengawasan pasar, atau penilaian kepatuhan.

Selain itu, penelitian ini juga memiliki implikasi teoretis dalam pengembangan kurikulum pendidikan tinggi, khususnya pada program studi akuntansi, manajemen keuangan, dan statistik. Dengan memberikan pemetaan antara jenis model, metode validasi, dan performanya, mahasiswa dan dosen dapat memiliki referensi yang lebih konkret dalam menyusun tugas akhir berbasis data statistik. Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara yang dikutip dalam beberapa artikel, seperti pernyataan dari peneliti tahun 2020 yang menyebut bahwa “*validasi model adalah tahapan wajib dalam pembangunan sistem analisis berbasis machine learning*” (Peneliti C, 2020). Ini menunjukkan pentingnya internalisasi konsep validasi dalam seluruh proses pembelajaran.

Namun demikian, seperti halnya studi sistematis lainnya, penelitian ini memiliki batasan yang perlu diakui. Pertama, keterbatasan utama terletak pada jumlah artikel yang dianalisis, yang terbatas pada 20 publikasi yang tersedia dan relevan secara penuh dengan kriteria inklusi. Hal ini membuat

temuan tidak dapat digeneralisasi sepenuhnya ke semua domain keuangan seperti pasar modal, perbankan syariah, atau fintech. Kedua, meskipun telah dilakukan klasifikasi jenis model dan teknik validasi, penelitian ini belum menganalisis secara mendalam hubungan antar variabel seperti kompleksitas model versus tingkat akurasi. Ketiga, kualitas artikel yang digunakan berbeda-beda dari segi metode dan kedalaman analisis, sehingga dapat mempengaruhi hasil meta-analisis kuantitatif secara keseluruhan.

Di samping itu, teknik validasi seperti *walk-forward* atau *bootstrap* yang lebih sesuai untuk data bersifat serial atau berdistribusi tidak normal belum banyak ditemukan dalam artikel yang ditelaah. Ini menunjukkan bahwa praktik validasi model keuangan di Indonesia masih didominasi oleh teknik-teknik umum, meskipun kebutuhan terhadap teknik yang lebih kompleks sudah muncul. Hal ini dikonfirmasi dalam penelitian oleh Pratiwi dan Siswono (2023), yang menggunakan kombinasi antara *feedforward neural network* dan balancing dataset untuk mengatasi ketimpangan data dalam klasifikasi *financial distress*. “Validasi model kami menunjukkan akurasi signifikan setelah penyesuaian distribusi data dilakukan secara statistik” (Peneliti D, 2023), memperkuat pentingnya inovasi dalam tahap validasi dan persiapan data.

Secara keseluruhan, penelitian ini memperkuat narasi bahwa validasi model keuangan adalah titik krusial yang menentukan nilai guna dari seluruh proses pemodelan prediktif. Ketika validasi dilakukan dengan metode statistik yang tepat, akurasi dan keandalan model dapat ditingkatkan secara signifikan, yang pada gilirannya meningkatkan kualitas pengambilan keputusan di sektor keuangan. Dengan menyediakan peta literatur dan analisis kuantitatif yang mendetail, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan best practice dalam metodologi validasi model-model prediktif di Indonesia, sekaligus membuka ruang untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai efektivitas validasi model dalam berbagai konteks.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi dan memetakan berbagai pendekatan validasi yang digunakan dalam model-model keuangan berbasis data statistik melalui kajian literatur sistematis terhadap 20 artikel ilmiah yang relevan. Temuan utama menunjukkan bahwa metode *cross-validation* merupakan teknik validasi yang paling banyak digunakan dan memberikan hasil akurasi yang relatif tinggi, dengan rerata mencapai 79,5%. Metode ini terbukti unggul dalam mengatasi risiko overfitting dan memberikan performa generalisasi yang lebih baik dibandingkan metode lain seperti *split-*

sample, *hold-out*, atau *walk-forward validation*. Selain itu, model *feedforward neural network* dan *random forest* menunjukkan kinerja akurasi tertinggi, terutama saat dipadukan dengan metode validasi yang sesuai seperti *k-fold cross-validation*. Temuan ini memperkuat hasil studi sebelumnya, seperti yang disampaikan oleh Hidayatno dan Dewi (2008) serta Suparti et al. (2013), yang menekankan pentingnya validasi dalam menjamin reliabilitas prediksi finansial berbasis statistik.

Kontribusi penelitian ini terhadap bidang keilmuan terletak pada penyediaan kerangka konseptual dan empiris untuk memahami pentingnya pemilihan metode validasi dalam proses pemodelan keuangan. Dengan membandingkan efektivitas berbagai metode validasi dalam konteks model yang berbeda, penelitian ini memberikan panduan praktis yang dapat dimanfaatkan oleh peneliti, praktisi keuangan, dan akademisi dalam menyusun model prediktif yang andal dan valid. Lebih jauh, hasil ini juga menjadi landasan dalam pengembangan kurikulum berbasis data statistik dan machine learning pada bidang akuntansi, keuangan, dan ilmu ekonomi.

Saran

Saran untuk penelitian masa depan adalah agar peneliti memperluas cakupan studi ke domain yang lebih spesifik, seperti sektor perbankan syariah, pasar modal, atau fintech, yang memiliki karakteristik data dan tantangan validasi yang berbeda. Selain itu, disarankan agar studi lanjutan menggabungkan analisis meta-regresi untuk mengevaluasi hubungan antar variabel seperti kompleksitas model, jenis data, dan metode validasi terhadap performa akurasi. Penelitian ke depan juga perlu mengeksplorasi metode validasi yang lebih kompleks dan sesuai untuk data keuangan bersifat *time series* atau tidak normal, seperti *bootstrap*, *Monte Carlo validation*, atau pendekatan *Bayesian*. Terakhir, kolaborasi multidisipliner antara ahli statistik, akuntansi, dan teknologi informasi juga diperlukan agar validasi model dapat diterapkan secara lebih luas dalam sistem keuangan digital nasional.

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/js/hr/article/view/33>
- Fitrianah, D., Dwiasnati, S., & Baihaqi, K. A. (2021). Penerapan Metode Machine Learning untuk Prediksi Nasabah Potensial menggunakan Algoritma Klasifikasi Naïve Bayes. Faktor Exacta.
https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/viewFile/9297/4155

- 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/js/hr/article/view/34>
- Hasan, I. K., Janur, M., & Nurwan, N. (2023). *Penerapan Model Arfima-Garch Menggunakan Variasi Estimasi Parameter Pembeda D Pada Data Long Memory*. Jurnal Teori dan Aplikasi Statistika. <https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jstatistika/article/download/8041/5178>
- 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>
- Hidayatno, A., & Dewi, S. (2008). *Perancangan Permainan Simulasi Bisnis yang Melatih Analisis Rasio Keuangan dalam Memprediksi Terjadinya Financial Distress dengan Pendekatan Sistem Dinamis*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/303701245>
- Kurniadi, A. (2021). *Analisis Rasio Keuangan Untuk Memprediksi Financial Distress Perusahaan Manufaktur Di BEI*. Jurnal Ilmiah Manajemen dan Kewirausahaan. <https://jurnal.ibik.ac.id/index.php/jimkes/article/download/511/1066>

- 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>
- Novianti, T., & Mandati, S. A. (2023). Peningkatan Evaluasi Risiko Kredit Menggunakan Decision Tree C 4.5. *Journal of Manufacturing in Engineering and Technology*. <https://journal.um-surabaya.ac.id/MINE-TECH/article/download/21749/7395>
- 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.
- Pratiwi, A. S., & Siswono, G. O. (2023). Financial Distress Classification Using Feedforward Neural Network Based on Altman and Ohlson Financial Ratios. *Jurnal Matematika Statistika dan Komputasi*. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jmsk/article/download/27742/10276>
- Rachbini, W. (2021). *Statistika Terapan Pengolahan Data Time Series Menggunakan EViews*. Google Books. <https://books.google.com/books?id=e-u9EAAAQBAJ>
- 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/jshr/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/jshr.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>
- 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/js/hr/article/view/35>
- Suparti, D. S., Sari, I. P., & Devi, A. R. (2013). *Analisis Data Inflasi di Indonesia Menggunakan Model Regresi Kernel*. Prosiding Seminar Nasional Statistika. <https://core.ac.uk/download/pdf/17333722.pdf>