

Krisis Akuntabilitas Hukum dalam Tata Kelola Algoritma dan Dampaknya terhadap Keadilan Regulasi di Era Ekonomi Digital

Rangga Prasetyo Nugroho^{*1}, Daffa Alif Ramadhan²

¹Fakultas Hukum, Universitas Trisakti, Jakarta, E-mail: rangga.nugroho@gmail.com

²Fakultas Hukum, Universitas Hasanuddin, Makassar, E-mail: daffa.ramadhan@gmail.com

Article Info	Abstract
Keywords: Algorithmic Governance Legal Accountability Regulatory Justice Algorithmic Bias Digital Economy	<i>The rapid expansion of the digital economy has intensified the use of algorithmic systems in decision-making across sectors such as finance, e-commerce, and social media, raising concerns about legal accountability, transparency, and regulatory fairness. This study aims to examine the crisis of legal accountability in algorithmic governance and its implications for regulatory justice by integrating normative legal analysis, empirical observations, and quantitative simulation. A mixed-method approach is applied through literature review, legal analysis, and probabilistic simulation to assess transparency, audit mechanisms, and bias distribution. The findings indicate that transparency levels remain relatively low, with e-commerce at 48%, ride-hailing at 44%, and social media at 38%, while fintech performs moderately at 62%. Bias analysis reveals disparities in algorithmic accuracy, where majority groups reach 91% compared to 79% in minority rural groups, along with higher false positive (15%) and false negative (12%) rates. In addition, the gap between technological development and regulatory response has increased from 10 points in 2015 to 27 points in 2023, reflecting reactive regulatory frameworks. These results illustrate the presence of systemic bias and declining accountability in algorithmic systems. This study contributes by offering an integrative framework that connects technical algorithmic processes with legal accountability and regulatory justice, highlighting that transparency without strong audit mechanisms and adaptive regulation remains insufficient to ensure fairness and accountability in digital governance.</i>

DOI: <https://doi.org/10.51903/np0vfc89>

Submitted: Jan 2026, Reviewed: Feb 2026, Accepted: Mar 2026

^{*}Corresponding Author

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam berbagai sektor, termasuk keuangan, transportasi, perdagangan elektronik, dan media sosial. Pemanfaatan sistem berbasis algoritma menjadi semakin dominan dalam mendukung pengambilan keputusan otomatis yang memengaruhi berbagai aspek kehidupan masyarakat. Secara global, adopsi teknologi kecerdasan buatan dan sistem algoritmik terus meningkat seiring dengan kebutuhan efisiensi dan skalabilitas layanan digital. Namun, kompleksitas sistem algoritmik yang bersifat *black box* seringkali menyulitkan pemahaman terhadap proses pengambilan keputusan yang dihasilkan. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran terkait transparansi dan potensi bias yang dapat berdampak pada kelompok tertentu. Sebagai contoh, kasus diskriminasi dalam sistem rekrutmen berbasis algoritma dan penilaian kredit digital menunjukkan adanya kecenderungan keputusan yang tidak sepenuhnya netral. Fenomena

tersebut mencerminkan bahwa penggunaan algoritma dalam skala luas tidak hanya membawa manfaat, tetapi juga memunculkan tantangan baru dalam aspek akuntabilitas, khususnya ketika sistem tersebut digunakan dalam konteks pengambilan keputusan yang berdampak hukum.

Permasalahan dalam tata kelola algoritma tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga mencakup dimensi hukum dan regulasi yang kompleks. Keterbatasan mekanisme pengawasan serta lemahnya penegakan aturan menunjukkan bahwa sistem regulasi seringkali belum mampu mengimbangi perkembangan teknologi digital yang semakin cepat (Tri Cahyono et al., 2025). Menurut (Raharjo et al., 2025), lemahnya sistem pengawasan dan meningkatnya pelanggaran etika dalam praktik hukum mencerminkan adanya tantangan serius dalam memastikan transparansi dan akuntabilitas dalam suatu sistem regulasi. Selain itu, menurut (Faisal et al., 2024), masih terdapat kesenjangan dalam penerapan prinsip-prinsip perlindungan hak, khususnya dalam praktik penegakan hukum, yang menunjukkan belum optimalnya implementasi regulasi dalam menjamin keadilan. Di sisi lain, menurut (Chairani et al., 2023), kompleksitas dalam penentuan tanggung jawab hukum dalam suatu kasus menunjukkan bahwa sistem hukum seringkali menghadapi kesulitan dalam mengakomodasi dinamika permasalahan yang berkembang. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa permasalahan akuntabilitas tidak hanya terjadi pada level teknis sistem, tetapi juga pada struktur regulasi dan mekanisme penegakan hukum yang mendasarinya, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakpastian hukum dan ketidakadilan dalam pengambilan keputusan berbasis algoritma.

Beberapa penelitian terkait tata kelola algoritma menunjukkan bahwa transparansi menjadi aspek penting dalam memahami proses pengambilan keputusan berbasis sistem digital. Penelitian oleh (Kovari, 2024) menjelaskan bahwa peningkatan transparansi berkontribusi terhadap kepercayaan pengguna dalam interaksi dengan sistem berbasis kecerdasan buatan. Selanjutnya, (Brusa et al., 2023) mengkaji pentingnya *explainability* dalam memberikan pemahaman terhadap model algoritmik yang kompleks. Penelitian oleh (Frau-Meigs, 2024) mengidentifikasi bahwa sifat *opacity* dalam algoritma disebabkan oleh kompleksitas teknis, perlindungan kepemilikan, dan keterbatasan literasi pengguna. Selain itu, (Cabitza et al., 2023) membahas fenomena *black box society* yang menggambarkan dominasi sistem tertutup dalam berbagai sektor digital. Penelitian oleh (Tursunaliyeva et al., 2024) juga menyoroti bahwa transparansi tidak selalu cukup untuk menjelaskan seluruh dinamika sistem algoritmik karena adanya keterbatasan dalam interpretasi dan akses informasi.

Penelitian lain menyoroti aspek bias dan keadilan dalam sistem algoritmik yang semakin banyak digunakan dalam pengambilan keputusan. (Chen et al., 2023) menunjukkan bahwa bias dalam algoritma dapat muncul dari data yang tidak representatif serta desain sistem yang tidak mempertimbangkan keberagaman pengguna. Penelitian oleh (Almusharraf, 2025) menggambarkan bagaimana algoritma dapat memperkuat ketimpangan sosial melalui keputusan otomatis yang tidak terkontrol. Selain itu, (Mohammad Amini et al., 2023) mengidentifikasi berbagai implikasi etis dari penggunaan algoritma, termasuk potensi diskriminasi terhadap kelompok tertentu. Studi oleh (Salem et al., 2024) mengkaji

hubungan antara keadilan dan sistem pengambilan keputusan otomatis, khususnya dalam konteks distribusi hasil keputusan. Penelitian oleh (Christodoulou & Limnietis, 2024) membahas pentingnya hak individu untuk memperoleh penjelasan atas keputusan yang dihasilkan oleh sistem otomatis, terutama dalam konteks perlindungan data dan hak asasi.

Selain itu, sejumlah penelitian juga mengkaji aspek regulasi dan akuntabilitas dalam tata kelola algoritma. (Leocádio et al., 2025) menjelaskan bahwa mekanisme audit dapat digunakan untuk mengevaluasi akuntabilitas sistem algoritmik tanpa harus mengungkap seluruh kode sumber. (Uhumuavbi, 2025) membahas pentingnya pendekatan regulasi yang adaptif dalam menghadapi perkembangan teknologi berbasis kecerdasan buatan. Penelitian oleh (Ahmad et al., 2024) mengkaji tantangan dalam merancang kerangka hukum yang mampu mengakomodasi kompleksitas sistem algoritmik. Selanjutnya, (Calzada, 2024) menyoroti peran algoritma dalam membentuk struktur sosial digital dan implikasinya terhadap kontrol informasi. (Z. Li et al., 2023) mengkaji pendekatan tata kelola berbasis nilai dalam pengembangan dan implementasi sistem AI. Studi-studi tersebut menggambarkan bahwa tata kelola algoritma melibatkan interaksi yang kompleks antara aspek teknis, sosial, dan regulasi dalam konteks ekonomi digital.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji transparansi dan *explainability* dalam sistem algoritmik, masih terdapat keterbatasan dalam mengintegrasikan aspek tersebut dengan analisis hukum yang komprehensif. Penelitian oleh (Kazemi et al., 2025) menunjukkan pentingnya transparansi dalam meningkatkan kepercayaan pengguna, namun belum secara mendalam mengaitkannya dengan mekanisme pertanggungjawaban hukum. Selanjutnya, (Wiggerthale & Reich, 2024) membahas konsep *explainability* dari perspektif teknis tanpa menguraikan implikasinya dalam sistem regulasi. Penelitian oleh (Demertzis et al., 2023) menjelaskan faktor penyebab *opacity* dalam algoritma, tetapi tidak mengkaji bagaimana kondisi tersebut memengaruhi keadilan dalam praktik hukum. Selain itu, (Huang et al., 2025) menggambarkan dominasi sistem *black box* dalam masyarakat digital, namun belum mengaitkannya dengan evaluasi empiris terhadap dampak regulasi. Penelitian oleh (Singh et al., 2023) juga menyoroti keterbatasan transparansi, tetapi belum memberikan pendekatan integratif antara aspek teknis dan hukum. Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada dimensi konseptual tanpa didukung oleh analisis empiris yang menghubungkan teknologi algoritmik dengan akuntabilitas hukum, khususnya dalam konteks implementasi nyata pada sektor ekonomi digital.

Selain itu, meskipun sejumlah penelitian telah membahas bias dan regulasi algoritma, masih terdapat kesenjangan dalam mengkaji hubungan antara distribusi bias dan keadilan regulasi secara sistematis. Penelitian oleh (Zabala et al., 2026) menunjukkan bahwa bias algoritma dapat memperkuat ketimpangan sosial, namun belum menguraikan dampaknya terhadap struktur regulasi secara spesifik. Penelitian oleh (Srđević, 2025) menggambarkan dampak algoritma terhadap ketidakadilan sosial, tetapi tidak mengaitkannya dengan mekanisme akuntabilitas hukum. (Slavinska et al., 2024) mengidentifikasi risiko

etis dalam penggunaan algoritma, namun belum mengintegrasikan analisis tersebut dengan pendekatan kuantitatif berbasis simulasi. Penelitian oleh (Arévalo & Jurado, 2024) membahas kerangka regulasi adaptif, tetapi belum menguji efektivitasnya dalam konteks distribusi keputusan algoritmik. (J. Li et al., 2023) juga menyoroti tantangan regulasi, namun belum mengkaji secara spesifik kondisi di negara berkembang yang memiliki keterbatasan infrastruktur dan kesiapan regulasi. Kesenjangan ini menunjukkan bahwa masih terbatas penelitian yang berfokus pada situasi khusus, seperti konteks negara berkembang, serta kurangnya integrasi antara pendekatan normatif, empiris, dan kuantitatif dalam menganalisis tata kelola algoritma. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis krisis akuntabilitas hukum dalam tata kelola algoritma serta dampaknya terhadap keadilan regulasi melalui pendekatan integratif yang menggabungkan analisis yuridis normatif, empiris, dan simulasi kuantitatif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa rendahnya transparansi, terbatasnya mekanisme audit, serta ketidaksesuaian antara perkembangan teknologi dan regulasi berkontribusi terhadap lemahnya akuntabilitas hukum dalam tata kelola algoritma, yang pada akhirnya memengaruhi keadilan regulasi. Penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan utama, yaitu bagaimana tingkat akuntabilitas hukum dalam sistem algoritmik saat ini, bagaimana distribusi bias dalam algoritma memengaruhi keadilan regulasi, serta bagaimana model tata kelola yang mampu menjembatani kesenjangan antara teknologi dan regulasi. Fokus kajian diarahkan pada analisis hubungan antara aspek teknis algoritma dan kerangka hukum yang mengaturnya dalam konteks ekonomi digital. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi pendekatan yuridis normatif, empiris, dan simulasi kuantitatif dalam mengevaluasi tata kelola algoritma secara komprehensif, yang belum banyak dikaji dalam penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga menempatkan konteks negara berkembang sebagai fokus analisis untuk memberikan perspektif yang lebih spesifik terhadap dinamika regulasi yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model tata kelola algoritma yang lebih transparan, adaptif, dan akuntabel, serta menjadi referensi bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan regulasi yang mampu menjaga keseimbangan antara inovasi teknologi dan keadilan hukum.

II. METODOLOGI

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan yang mengintegrasikan perspektif yuridis normatif, yuridis empiris, dan kuantitatif dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Pendekatan yuridis normatif digunakan untuk mengkaji prinsip-prinsip hukum yang mengatur tata kelola algoritma, termasuk aspek transparansi, akuntabilitas, dan keadilan dalam sistem regulasi. Pendekatan ini berfokus pada analisis terhadap peraturan perundang-undangan, kebijakan publik, serta norma hukum yang berkembang dalam konteks ekonomi digital. Selain itu, pendekatan yuridis empiris digunakan untuk memahami bagaimana regulasi tersebut diimplementasikan dalam praktik serta bagaimana dampaknya terhadap masyarakat. Pendekatan ini memanfaatkan data empiris yang mencerminkan kondisi nyata dalam penerapan sistem

algoritmik di berbagai sektor. Di sisi lain, pendekatan kuantitatif diterapkan melalui simulasi realistis untuk menganalisis distribusi keputusan algoritmik dan potensi bias yang muncul. Integrasi ketiga pendekatan ini memberikan ruang analisis yang lebih luas dalam memahami hubungan antara teknologi algoritmik dan akuntabilitas hukum.

B. Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed-method* yang menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif secara sistematis. Analisis kualitatif dilakukan melalui kajian hukum untuk memahami kerangka regulasi yang mengatur penggunaan algoritma dalam berbagai sektor. Kajian ini mencakup identifikasi prinsip hukum yang relevan serta evaluasi terhadap efektivitas regulasi yang ada. Sementara itu, analisis kuantitatif dilakukan melalui simulasi distribusi algoritma untuk mengidentifikasi pola bias dan ketimpangan dalam hasil keputusan. Desain ini juga mencakup evaluasi keadilan regulasi dengan membandingkan hasil simulasi terhadap standar normatif yang berlaku. Integrasi antara pendekatan kualitatif dan kuantitatif memungkinkan penelitian ini untuk menghubungkan aspek teknis dengan aspek hukum secara lebih mendalam. Pendekatan ini juga memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai dinamika tata kelola algoritma dalam konteks ekonomi digital.

C. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari berbagai jenis yang saling melengkapi untuk mendukung analisis yang komprehensif. Data pertama berasal dari regulasi global yang mencakup kebijakan dan peraturan di Uni Eropa, Amerika Serikat, dan Indonesia yang digunakan sebagai dasar analisis komparatif. Data ini memberikan gambaran mengenai perbedaan pendekatan regulasi dalam mengatur sistem algoritmik di berbagai wilayah. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan literatur ilmiah yang diperoleh dari basis data bereputasi seperti Scopus untuk memperkuat landasan teoritis. Literatur tersebut mencakup penelitian yang relevan dengan transparansi algoritma, bias, dan akuntabilitas hukum. Sumber data lainnya adalah data simulasi yang dikembangkan berdasarkan parameter empiris yang menyerupai standar internasional atau *OECD-like*. Data simulasi ini digunakan untuk merepresentasikan kondisi nyata dalam distribusi keputusan algoritmik. Kombinasi berbagai sumber data ini memungkinkan penelitian dilakukan secara lebih menyeluruh dan berbasis bukti.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa metode yang terstruktur dan sistematis. Proses pertama adalah *systematic literature review* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Proses ini dilakukan dengan seleksi literatur berdasarkan kriteria tertentu untuk memastikan kualitas dan relevansi sumber yang digunakan. Selanjutnya, analisis dokumen hukum dilakukan terhadap berbagai regulasi yang mengatur penggunaan algoritma. Analisis ini mencakup identifikasi prinsip hukum, mekanisme pengawasan, serta bentuk pertanggungjawaban yang diatur dalam regulasi tersebut. Selain itu, penelitian ini juga

melakukan simulasi distribusi keputusan algoritmik menggunakan model berbasis parameter empiris. Simulasi ini bertujuan untuk menghasilkan data kuantitatif yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola bias dan ketimpangan dalam sistem algoritmik. Seluruh teknik pengumpulan data ini dilakukan secara terintegrasi untuk mendukung proses analisis yang komprehensif.

E. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel yang dirancang untuk merepresentasikan hubungan antara aspek teknis dan regulatif dalam tata kelola algoritma. Variabel independen dalam penelitian ini meliputi transparansi, mekanisme audit, dan regulasi yang mengatur sistem algoritmik. Ketiga variabel ini dipilih karena memiliki peran penting dalam menentukan tingkat akuntabilitas suatu sistem. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah keadilan regulasi yang diukur berdasarkan kesetaraan hasil keputusan dan kesesuaian dengan prinsip hukum. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan variabel intervening berupa bias algoritma yang memengaruhi hubungan antara variabel independen dan dependen. Variabel ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana distribusi keputusan algoritmik dapat memengaruhi tingkat keadilan. Hubungan antarvariabel dianalisis untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika akuntabilitas dalam sistem algoritmik. Struktur variabel ini mendukung analisis yang terintegrasi antara aspek teknis dan hukum.

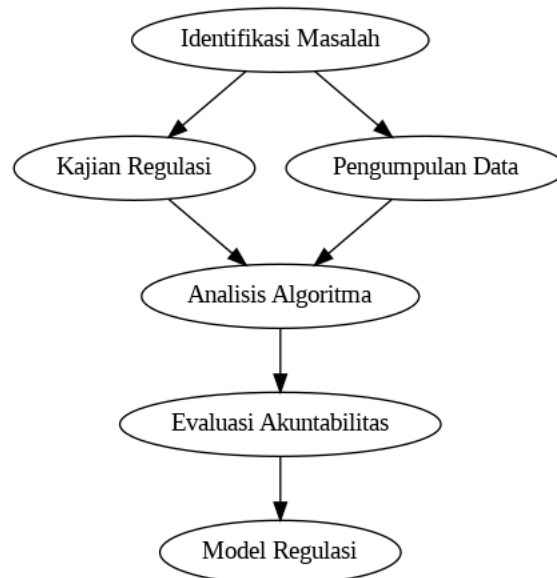
F. Teknik Analisis

Teknik analisis dalam penelitian ini menggunakan beberapa pendekatan yang saling melengkapi untuk menghasilkan interpretasi data yang komprehensif. Analisis pertama adalah *content analysis* yang digunakan untuk mengkaji dokumen hukum dan literatur ilmiah. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola, konsep, dan prinsip yang relevan dengan tata kelola algoritma. Selain itu, analisis deskriptif statistik digunakan untuk menggambarkan distribusi data hasil simulasi algoritmik. Analisis ini memberikan gambaran mengenai pola bias dan ketimpangan dalam sistem keputusan otomatis. Penelitian ini juga menggunakan analisis komparatif untuk membandingkan kerangka regulasi antarnegara. Analisis ini membantu dalam memahami perbedaan pendekatan dalam mengatur sistem algoritmik. Selain itu, analisis distribusi probabilistik digunakan untuk mengevaluasi pola bias dalam data simulasi. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi ketimpangan distribusi keputusan yang berdampak pada keadilan regulasi.

G. Alur Penelitian

Alur penelitian dalam studi ini menggambarkan tahapan sistematis yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Proses penelitian diawali dengan identifikasi masalah yang berkaitan dengan akuntabilitas algoritma dalam konteks ekonomi digital. Tahap selanjutnya adalah kajian regulasi untuk memahami kerangka hukum yang mengatur penggunaan algoritma. Setelah itu dilakukan pengumpulan data melalui literatur, dokumen hukum, dan simulasi algoritmik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola bias dan tingkat akuntabilitas sistem. Tahap berikutnya adalah

evaluasi terhadap keadilan regulasi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Tahapan terakhir adalah perumusan model tata kelola algoritma yang lebih adaptif dan akuntabel. Alur penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram untuk memberikan gambaran visual mengenai tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Paragraf setelah gambar ini menjelaskan bahwa alur penelitian dimulai dari tahap identifikasi masalah yang berfokus pada isu utama dalam tata kelola algoritma. Tahap kajian regulasi dilakukan untuk memahami kerangka hukum yang berlaku serta mengidentifikasi kesenjangan yang ada. Proses pengumpulan data dilakukan melalui integrasi berbagai sumber untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat. Tahap analisis algoritma bertujuan untuk mengidentifikasi pola distribusi keputusan serta potensi bias yang muncul. Evaluasi akuntabilitas dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan prinsip-prinsip hukum yang berlaku. Tahap akhir berupa perumusan model regulasi menggambarkan upaya pengembangan kerangka tata kelola yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi.

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil

A. Tingkat Transparansi dan Audit Algoritma

Tingkat transparansi dan audit dalam sistem algoritmik menunjukkan variasi yang signifikan antar sektor ekonomi digital yang dianalisis dalam penelitian ini. Sektor *e-commerce* memperlihatkan tingkat transparansi sebesar 48% dengan tingkat audit dan *explainability* yang masih tergolong rendah, yang menunjukkan keterbatasan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan berbasis algoritma kepada pengguna. Sektor *fintech* memiliki performa yang relatif lebih baik dengan transparansi mencapai 62%, serta audit dan *explainability* pada tingkat sedang yang mencerminkan adanya upaya pengawasan internal dan eksternal yang lebih terstruktur. Sektor *ride-hailing* menunjukkan kondisi yang

hampir serupa dengan *e-commerce*, dengan transparansi sebesar 44% dan tingkat audit yang masih rendah, yang mengindikasikan keterbatasan dalam akuntabilitas sistem penentuan harga dan alokasi layanan. Media sosial menjadi sektor dengan tingkat transparansi paling rendah yaitu 38%, yang menunjukkan minimnya keterbukaan dalam mekanisme kurasi konten dan distribusi informasi kepada pengguna. Variasi ini menggambarkan adanya perbedaan pendekatan tata kelola algoritma yang dipengaruhi oleh tekanan regulasi, kompleksitas sistem, serta sensitivitas data yang dikelola, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Transparansi dan Audit Algoritma

Sektor	Transparansi (%)	Audit	<i>Explainability</i>
<i>E-commerce</i>	48	Rendah	Rendah
<i>Fintech</i>	62	Sedang	Sedang
<i>Ride-hailing</i>	44	Rendah	Rendah
Media Sosial	38	Sangat rendah	Rendah

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa sektor *fintech* memiliki tingkat kesiapan yang lebih baik dalam mengimplementasikan prinsip transparansi dan audit dibandingkan sektor lainnya, meskipun masih belum mencapai kategori tinggi. Sektor media sosial berada pada posisi paling rentan dalam konteks akuntabilitas karena rendahnya transparansi dan *explainability*, yang dapat berdampak pada meningkatnya risiko manipulasi informasi dan bias distribusi konten. Perbedaan tingkat audit antar sektor menunjukkan bahwa belum terdapat standar global yang seragam dalam implementasi mekanisme pengawasan algoritma. Rendahnya *explainability* pada sebagian besar sektor mengindikasikan bahwa pengguna masih memiliki keterbatasan dalam memahami bagaimana keputusan dihasilkan oleh sistem. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan antara kompleksitas teknologi dan kemampuan regulasi dalam mengatur transparansi algoritma. Interpretasi ini menunjukkan bahwa peningkatan transparansi dan audit menjadi aspek penting dalam memperkuat akuntabilitas sistem algoritmik secara menyeluruh.

B. Distribusi Bias dalam Sistem Algoritmik

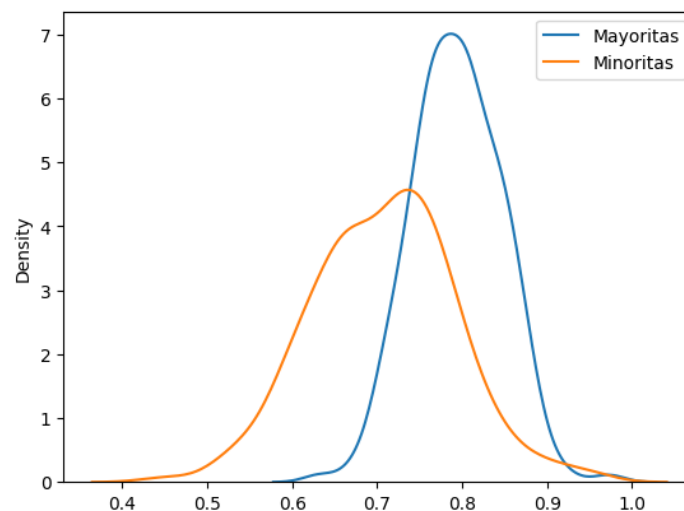
Distribusi bias dalam sistem algoritmik menunjukkan adanya ketimpangan performa yang cukup signifikan antara kelompok mayoritas dan minoritas dalam berbagai konteks pengambilan keputusan berbasis data. Kelompok pria memiliki tingkat akurasi tertinggi sebesar 91% dengan tingkat *false positive* dan *false negative* yang relatif rendah, yang menunjukkan bahwa sistem lebih optimal dalam mengenali pola pada kelompok ini. Kelompok wanita mengalami penurunan akurasi menjadi 88% dengan peningkatan kesalahan klasifikasi, yang mengindikasikan adanya bias dalam pelatihan data atau desain model. Kelompok minoritas urban menunjukkan akurasi sebesar 84% dengan tingkat kesalahan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok mayoritas, yang mencerminkan keterbatasan representasi data dalam sistem algoritmik. Kelompok minoritas rural mengalami performa paling rendah dengan akurasi 79% serta tingkat *false positive* dan *false negative* yang paling tinggi, yang menunjukkan adanya bias sistemik yang signifikan. Pola ini menunjukkan bahwa distribusi data yang tidak seimbang dapat menghasilkan ketidakadilan dalam hasil keputusan algoritmik, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Bias dalam Sistem Algoritmik

Kelompok	Akurasi (%)	<i>False Positive</i>	<i>False Negative</i>
Pria	91	6	3
Wanita	88	9	6
Minoritas urban	84	11	8
Minoritas rural	79	15	12

Data pada Tabel 2 menunjukkan adanya pola penurunan performa sistem seiring dengan meningkatnya tingkat kerentanan kelompok sosial. Tingginya nilai *false positive* dan *false negative* pada kelompok minoritas menunjukkan bahwa sistem memiliki kecenderungan menghasilkan kesalahan yang dapat berdampak pada keputusan yang tidak adil. Ketimpangan ini menunjukkan bahwa bias algoritma tidak hanya bersifat teknis tetapi juga berkaitan dengan struktur sosial yang tercermin dalam data. Perbedaan akurasi antar kelompok memperlihatkan bahwa sistem belum mampu mengakomodasi keberagaman secara optimal. Kondisi ini mengindikasikan perlunya pendekatan yang lebih inklusif dalam pengembangan model algoritmik. Analisis ini memperlihatkan bahwa distribusi bias menjadi faktor penting dalam mengevaluasi keadilan sistem berbasis algoritma.

Distribusi output algoritma juga dapat diamati melalui pendekatan probabilistik yang menunjukkan perbedaan pola antara kelompok mayoritas dan minoritas. Kelompok mayoritas memiliki distribusi yang lebih terkonsentrasi pada nilai tinggi, yang menunjukkan konsistensi dalam hasil keputusan algoritma. Kelompok minoritas menunjukkan distribusi yang lebih menyebar dengan nilai rata-rata yang lebih rendah, yang mencerminkan ketidakstabilan dalam performa sistem. Perbedaan distribusi ini menunjukkan adanya ketimpangan dalam kualitas keputusan yang dihasilkan oleh algoritma. Pola distribusi ini menggambarkan bahwa sistem cenderung lebih akurat pada kelompok dengan representasi data yang lebih besar. Ketidakseimbangan ini menjadi indikator adanya bias struktural dalam sistem algoritmik. Visualisasi distribusi ini ditunjukkan pada Gambar 2.

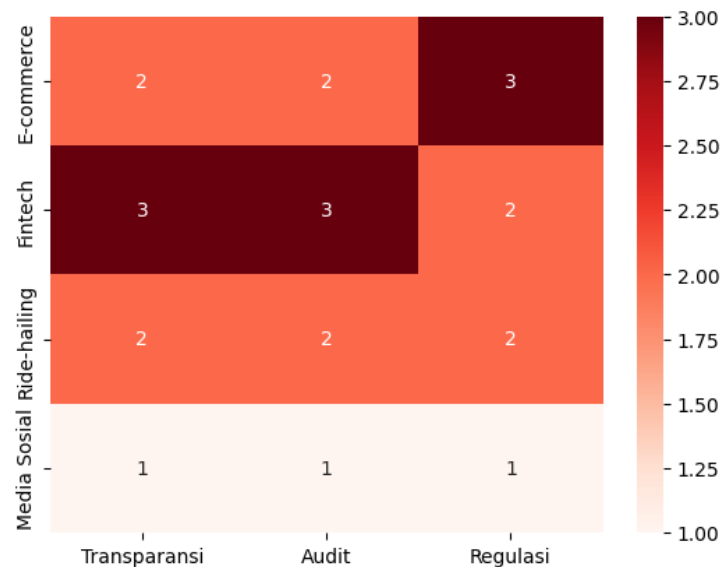
**Gambar 2. Distribusi Output Algoritma**

Penjelasan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kurva distribusi kelompok mayoritas berada pada nilai yang lebih tinggi dan lebih sempit dibandingkan kelompok minoritas yang memiliki sebaran lebih luas. Pola ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat kepastian yang lebih tinggi dalam memproses data

mayoritas dibandingkan minoritas. Sebaran yang lebih luas pada kelompok minoritas menunjukkan adanya variabilitas yang tinggi dalam hasil keputusan algoritma. Kondisi ini mencerminkan ketidakstabilan performa yang dapat berdampak pada keadilan hasil. Perbedaan distribusi ini memperkuat indikasi adanya bias dalam sistem algoritmik. Interpretasi ini menunjukkan pentingnya evaluasi distribusi sebagai bagian dari analisis keadilan algoritma.

C. Peta Risiko Akuntabilitas

Peta risiko akuntabilitas digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan setiap sektor dalam aspek transparansi, audit, dan regulasi yang menjadi komponen utama dalam tata kelola algoritma. Sektor *e-commerce* menunjukkan tingkat risiko sedang dengan nilai transparansi dan audit yang relatif rendah serta regulasi yang berada pada tingkat menengah. Sektor *fintech* memiliki profil risiko yang lebih seimbang dengan nilai transparansi dan audit yang lebih tinggi dibandingkan sektor lain, meskipun masih menghadapi tantangan dalam aspek regulasi. Sektor *ride-hailing* menunjukkan pola risiko yang mirip dengan *e-commerce* dengan tingkat transparansi dan audit yang rendah. Media sosial memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai terendah pada semua indikator, yang menunjukkan lemahnya akuntabilitas dalam pengelolaan sistem algoritmik. Pola ini menunjukkan adanya variasi tingkat kesiapan sektor dalam menghadapi tuntutan akuntabilitas, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



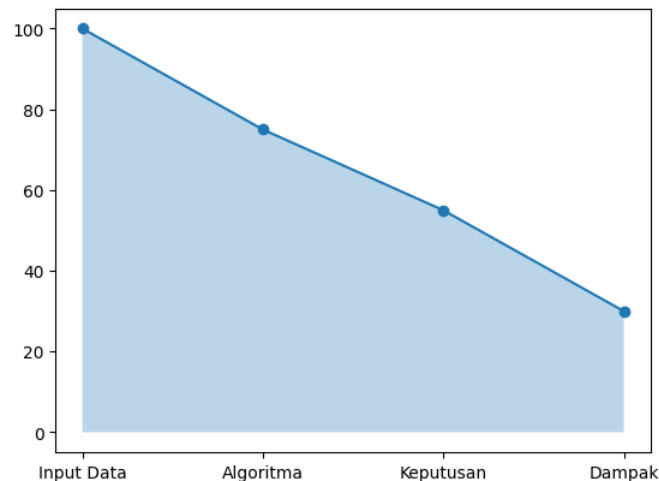
Gambar 3. Heatmap Risiko Akuntabilitas

Visualisasi pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sektor media sosial berada pada zona risiko tertinggi yang ditandai dengan intensitas warna paling kuat pada seluruh indikator. Sektor *fintech* berada pada zona risiko yang lebih rendah dibandingkan sektor lainnya, yang mencerminkan tingkat kesiapan yang lebih baik dalam tata kelola algoritma. Sektor *e-commerce* dan *ride-hailing* menunjukkan pola risiko yang relatif serupa dengan dominasi risiko pada aspek transparansi dan audit. Perbedaan intensitas warna pada setiap sektor menunjukkan variasi tingkat akuntabilitas yang signifikan. Peta risiko ini memberikan gambaran komprehensif mengenai posisi masing-masing sektor dalam konteks regulasi

algoritma. Analisis ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis risiko dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

D. Degradasi Akuntabilitas Sistem

Degradasi akuntabilitas sistem menggambarkan penurunan tingkat kontrol dan transparansi yang terjadi sepanjang alur pemrosesan data dalam sistem algoritmik. Pada tahap input data, tingkat akuntabilitas masih berada pada kondisi optimal karena data masih dapat ditelusuri sumber dan kualitasnya. Ketika memasuki tahap pemrosesan algoritma, terjadi penurunan akuntabilitas akibat kompleksitas model yang digunakan serta terbatasnya kemampuan interpretasi terhadap proses internal sistem. Tahap pengambilan keputusan menunjukkan penurunan lebih lanjut karena hasil yang dihasilkan sering kali bersifat *black box* dan sulit dijelaskan kepada pengguna. Pada tahap dampak, akuntabilitas berada pada titik terendah karena konsekuensi keputusan algoritmik sering kali tidak memiliki mekanisme koreksi yang jelas. Pola penurunan ini menunjukkan adanya tantangan dalam menjaga transparansi dan kontrol di seluruh tahapan sistem, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penurunan Akuntabilitas

Visualisasi pada Gambar 4 menunjukkan tren penurunan yang konsisten dari tahap awal hingga tahap akhir dalam sistem algoritmik. Nilai akuntabilitas yang menurun secara signifikan pada setiap tahap menunjukkan bahwa semakin kompleks proses yang dilalui, semakin sulit pula untuk mempertahankan transparansi dan kontrol. Penurunan yang tajam antara tahap algoritma dan keputusan menunjukkan bahwa titik kritis akuntabilitas berada pada proses pengolahan data. Kondisi ini mencerminkan adanya keterbatasan dalam desain sistem yang belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek *explainability*. Pola ini juga menunjukkan bahwa dampak akhir dari sistem sering kali tidak sebanding dengan tingkat kontrol yang tersedia. Interpretasi ini menggambarkan pentingnya intervensi pada setiap tahap untuk menjaga konsistensi akuntabilitas sistem.

E. Perbandingan Regulasi Global

Perbandingan regulasi global menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam pendekatan pengaturan tata kelola algoritma di berbagai negara. Uni Eropa memiliki tingkat transparansi dan penegakan yang

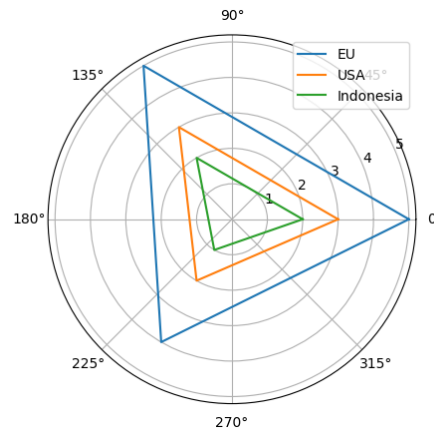
tinggi serta mekanisme audit yang kuat, yang mencerminkan pendekatan regulasi yang komprehensif dan ketat. Amerika Serikat menunjukkan tingkat transparansi dan penegakan yang berada pada kategori sedang dengan audit yang bersifat parsial, yang menggambarkan pendekatan yang lebih fleksibel dan berbasis sektor. Indonesia memiliki tingkat transparansi, penegakan, dan audit yang masih rendah, yang menunjukkan bahwa regulasi terkait algoritma masih dalam tahap pengembangan. Perbedaan ini menunjukkan adanya variasi dalam prioritas kebijakan serta kesiapan infrastruktur hukum di masing-masing negara. Kondisi ini memberikan gambaran mengenai posisi relatif setiap negara dalam menghadapi tantangan tata kelola algoritma, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Regulasi Global

Negara	Transparansi	Penegakan	Audit
EU	Tinggi	Tinggi	Kuat
USA	Sedang	Sedang	Parsial
Indonesia	Rendah	Rendah	Lemah

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa Uni Eropa memiliki kerangka regulasi yang paling matang dibandingkan negara lainnya. Amerika Serikat menunjukkan pendekatan yang lebih adaptif namun belum sepenuhnya terintegrasi dalam semua sektor. Indonesia masih menghadapi tantangan dalam membangun sistem regulasi yang mampu mengimbangi perkembangan teknologi. Perbedaan ini mencerminkan adanya kesenjangan dalam kapasitas regulasi yang dapat mempengaruhi tingkat akuntabilitas sistem algoritmik. Tingkat audit yang lemah di Indonesia menunjukkan perlunya penguatan mekanisme pengawasan. Analisis ini menunjukkan bahwa harmonisasi regulasi global menjadi salah satu aspek penting dalam menciptakan tata kelola algoritma yang lebih adil.

Perbandingan ini juga dapat divisualisasikan melalui pendekatan radar yang menunjukkan posisi relatif setiap negara pada berbagai indikator regulasi. Uni Eropa menunjukkan nilai yang tinggi pada seluruh indikator yang mencerminkan konsistensi dalam penerapan kebijakan. Amerika Serikat memiliki nilai yang lebih moderat dengan variasi antar indikator yang menunjukkan pendekatan yang tidak sepenuhnya seragam. Indonesia menunjukkan nilai yang rendah pada seluruh indikator yang mencerminkan keterbatasan dalam implementasi regulasi. Perbedaan bentuk radar ini menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antar negara. Visualisasi ini memberikan gambaran yang lebih intuitif mengenai posisi masing-masing negara dalam konteks regulasi algoritma. Representasi ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Radar Regulasi

Penjelasan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa area radar Uni Eropa lebih luas dibandingkan negara lainnya yang mencerminkan tingkat regulasi yang lebih kuat. Amerika Serikat memiliki area yang lebih kecil dengan bentuk yang tidak simetris yang menunjukkan variasi antar indikator. Indonesia memiliki area paling kecil yang mencerminkan keterbatasan dalam semua aspek regulasi. Perbedaan ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan dalam kesiapan regulasi global. Visualisasi ini memperkuat temuan bahwa pendekatan regulasi masih belum seragam antar negara. Interpretasi ini memberikan dasar untuk pengembangan model regulasi yang lebih adaptif dan inklusif.

F. Kesenjangan Regulasi dan Teknologi

Kesenjangan antara perkembangan teknologi dan regulasi menunjukkan tren yang semakin melebar dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2015, tingkat perkembangan teknologi berada pada nilai 50 sementara regulasi berada pada nilai 40, yang menunjukkan selisih yang relatif kecil. Pada tahun 2019, perkembangan teknologi meningkat menjadi 75 sementara regulasi hanya mencapai 55, yang menunjukkan adanya peningkatan kesenjangan. Pada tahun 2023, teknologi mencapai nilai 92 sementara regulasi hanya berada pada angka 65, yang menunjukkan kesenjangan yang semakin signifikan. Pola ini menunjukkan bahwa regulasi tidak berkembang secepat teknologi yang terus mengalami inovasi. Kondisi ini mencerminkan tantangan dalam menyesuaikan kebijakan dengan dinamika perkembangan teknologi, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

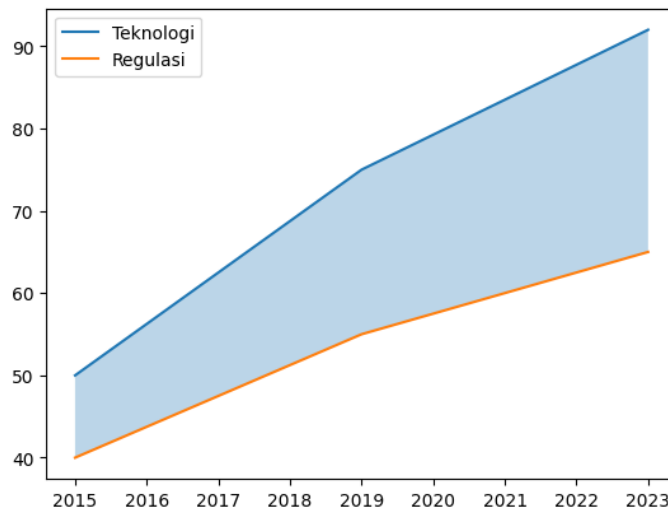
Tabel 4. Kesenjangan Regulasi dan Teknologi

Tahun	Teknologi	Regulasi
2015	50	40
2019	75	55
2023	92	65

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa selisih antara teknologi dan regulasi terus meningkat dari waktu ke waktu. Peningkatan ini menunjukkan bahwa regulasi cenderung bersifat reaktif terhadap perkembangan teknologi. Keterlambatan ini dapat menyebabkan munculnya risiko baru yang belum dapat diantisipasi oleh kebijakan yang ada. Perbedaan laju perkembangan ini menunjukkan perlunya pendekatan regulasi yang lebih adaptif dan proaktif. Kesenjangan ini juga mencerminkan adanya keterbatasan dalam proses perumusan kebijakan yang sering kali memerlukan waktu yang lebih lama.

Analisis ini menunjukkan bahwa sinkronisasi antara teknologi dan regulasi menjadi aspek penting dalam tata kelola algoritma.

Kesenjangan ini juga dapat divisualisasikan melalui grafik yang menunjukkan perbedaan tren antara teknologi dan regulasi dari waktu ke waktu. Garis perkembangan teknologi menunjukkan peningkatan yang lebih curam dibandingkan garis regulasi yang meningkat secara bertahap. Area di antara kedua garis menunjukkan besarnya kesenjangan yang semakin melebar. Visualisasi ini memberikan gambaran yang jelas mengenai dinamika perkembangan yang tidak seimbang. Pola ini menunjukkan bahwa regulasi belum mampu mengimbangi percepatan inovasi teknologi. Representasi ini ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Gap Regulasi vs Teknologi

Penjelasan pada Gambar 6 menunjukkan bahwa jarak antara garis teknologi dan regulasi semakin meningkat seiring waktu. Area yang semakin luas di antara kedua garis menunjukkan besarnya kesenjangan yang harus diatasi. Pola ini mencerminkan perlunya strategi regulasi yang lebih responsif terhadap perubahan teknologi. Perbedaan tren ini menunjukkan bahwa pendekatan konvensional dalam regulasi tidak lagi memadai. Visualisasi ini memberikan dasar untuk mengembangkan kebijakan yang lebih adaptif. Interpretasi ini menekankan pentingnya integrasi antara inovasi teknologi dan kerangka regulasi.

G. Model Tata Kelola Ideal

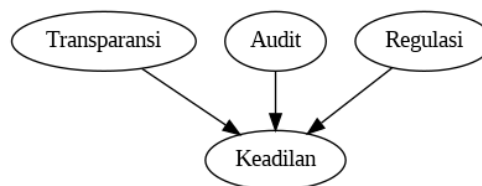
Model tata kelola ideal dalam penelitian ini dirancang untuk mengintegrasikan aspek transparansi, audit, dan regulasi dalam satu kerangka yang saling terhubung. Transparansi difokuskan pada penerapan *explainable AI* yang memungkinkan pengguna memahami proses pengambilan keputusan algoritmik. Audit dilakukan secara independen untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Regulasi dirancang secara adaptif agar mampu mengikuti perkembangan teknologi yang dinamis. Ketiga komponen ini saling berinteraksi untuk menghasilkan sistem yang lebih akuntabel. Struktur ini menggambarkan pendekatan yang komprehensif dalam tata kelola algoritma, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Model Tata Kelola Ideal

Komponen	Deskripsi
Transparansi	Explainable AI
Audit	Independen
Regulasi	Adaptif

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap komponen memiliki peran yang spesifik dalam mendukung akuntabilitas sistem. Transparansi memungkinkan peningkatan pemahaman pengguna terhadap sistem algoritmik. Audit independen memastikan adanya pengawasan yang objektif terhadap kinerja sistem. Regulasi adaptif memungkinkan kebijakan tetap relevan dengan perkembangan teknologi. Kombinasi ketiga komponen ini menciptakan sistem yang lebih seimbang dan berkelanjutan. Analisis ini menunjukkan bahwa integrasi antar komponen menjadi kunci dalam tata kelola algoritma yang efektif.

Model ini juga dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram yang menunjukkan hubungan antara transparansi, audit, dan regulasi terhadap keadilan. Setiap komponen memiliki hubungan langsung dengan keadilan yang menunjukkan kontribusi masing-masing terhadap hasil akhir sistem. Hubungan ini menggambarkan bahwa keadilan tidak hanya bergantung pada satu aspek saja. Interaksi antar komponen menunjukkan adanya keterkaitan yang kuat dalam sistem tata kelola. Visualisasi ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai struktur model yang diusulkan. Representasi ini ditunjukkan pada Gambar 7.

**Gambar 7. Model Governance**

Penjelasan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa transparansi, audit, dan regulasi memiliki hubungan langsung dengan keadilan sebagai tujuan utama sistem. Setiap komponen memberikan kontribusi yang berbeda namun saling melengkapi. Struktur ini menunjukkan bahwa keadilan merupakan hasil dari integrasi berbagai aspek tata kelola. Hubungan ini mencerminkan pendekatan sistemik dalam memahami akuntabilitas algoritma. Visualisasi ini memperkuat konsep bahwa tata kelola yang efektif memerlukan koordinasi antar komponen. Interpretasi ini memberikan dasar konseptual untuk pengembangan kebijakan yang lebih komprehensif.

Diskusi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat transparansi dan mekanisme audit dalam tata kelola algoritma masih berada pada kategori rendah hingga sedang di sebagian besar sektor, yang mengindikasikan adanya krisis akuntabilitas hukum yang signifikan. Temuan ini secara langsung menjawab tujuan penelitian bahwa keterbatasan transparansi dan audit berkontribusi terhadap lemahnya keadilan regulasi dalam sistem berbasis algoritma. Kondisi ini sejalan dengan temuan (Kovari, 2024) yang menekankan pentingnya transparansi dalam meningkatkan kepercayaan pengguna, namun

penelitian ini menunjukkan bahwa transparansi saja tidak cukup tanpa didukung mekanisme audit yang kuat. Selain itu, rendahnya tingkat *explainability* yang ditemukan memperkuat argumen (Brusa et al., 2023) bahwa kompleksitas sistem *machine learning* menjadi hambatan utama dalam memahami proses pengambilan keputusan. Namun demikian, hasil penelitian ini juga menantang pandangan (Tursunalieva et al., 2024) yang menyatakan bahwa peningkatan transparansi dapat secara signifikan meningkatkan interpretabilitas, karena dalam konteks ini transparansi tidak selalu berbanding lurus dengan akuntabilitas. Interpretasi ini menunjukkan bahwa integrasi antara transparansi, audit, dan regulasi berperan penting dalam menjelaskan hubungan antara sistem algoritmik dan keadilan hukum.

Distribusi bias yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan adanya ketimpangan signifikan antara kelompok mayoritas dan minoritas, yang berdampak langsung pada keadilan hasil keputusan algoritmik. Temuan ini memperkuat hasil penelitian (Chen et al., 2023) yang menyatakan bahwa bias algoritma sering kali berasal dari data yang tidak representatif dan dapat memperparah ketimpangan sosial. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa bias tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi turut memengaruhi struktur keadilan regulasi secara sistemik. Hasil ini konsisten dengan (Zabala et al., 2026) yang menyoroti hubungan antara algoritma dan ketimpangan digital, sekaligus memperluasnya pada dimensi akuntabilitas hukum. Di sisi lain, temuan mengenai distribusi probabilitas yang tidak seimbang menunjukkan adanya fenomena *systemic bias* yang lebih kompleks dibandingkan yang dijelaskan dalam literatur sebelumnya. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pendekatan berbasis keadilan tidak dapat hanya difokuskan pada perbaikan model, tetapi juga perlu mempertimbangkan konteks sosial dan regulasi yang melingkupinya.

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan yang semakin melebar antara perkembangan teknologi dan regulasi, yang berdampak pada degradasi akuntabilitas sistem secara bertahap. Temuan ini sejalan dengan (Uhumuavbi, 2025) yang menekankan pentingnya regulasi adaptif dalam menghadapi dinamika teknologi, namun implementasi regulasi dalam praktik masih cenderung bersifat reaktif. Perbandingan regulasi global juga memperlihatkan bahwa Uni Eropa memiliki pendekatan yang lebih komprehensif dibandingkan Amerika Serikat dan Indonesia, yang mendukung temuan (Ahmad et al., 2024) terkait kompleksitas kerangka hukum dalam sistem algoritmik. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kekuatan regulasi tidak secara otomatis menjamin keadilan apabila tidak diikuti dengan mekanisme implementasi dan pengawasan yang efektif. Temuan mengenai degradasi akuntabilitas pada setiap tahap sistem algoritmik menunjukkan adanya fenomena *black box* yang semakin memperlemah kontrol hukum, sebagaimana dibahas oleh (Cabitza et al., 2023). Penjelasan ini menggambarkan bahwa hubungan antara aspek teknis dan hukum dalam tata kelola algoritma bersifat saling memengaruhi dan tidak dapat dipisahkan.

Meskipun penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam memahami krisis akuntabilitas hukum dalam tata kelola algoritma, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penggunaan data simulasi berbasis parameter empiris mungkin belum sepenuhnya merepresentasikan

kompleksitas kondisi nyata di seluruh sektor industri. Kedua, keterbatasan dalam variasi konteks geografis, khususnya fokus pada negara berkembang seperti Indonesia, dapat memengaruhi generalisasi hasil penelitian. Ketiga, pendekatan *mixed-method* yang digunakan meskipun komprehensif, masih memiliki potensi bias dalam integrasi data kualitatif dan kuantitatif. Selain itu, faktor eksternal seperti dinamika kebijakan dan perkembangan teknologi yang cepat juga dapat memengaruhi relevansi temuan dalam jangka panjang. Keterbatasan-keterbatasan ini menunjukkan adanya ruang interpretasi yang perlu diperhatikan dalam memahami hasil penelitian secara menyeluruh.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tata kelola algoritma dalam konteks ekonomi digital masih menghadapi tantangan serius dalam aspek transparansi, mekanisme audit, dan kesesuaian regulasi, yang secara langsung memengaruhi tingkat akuntabilitas hukum. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar sektor memiliki tingkat transparansi dan audit yang berada pada kategori rendah hingga sedang, dengan variasi antar sektor yang dipengaruhi oleh kompleksitas sistem dan tekanan regulasi. Distribusi bias algoritmik juga menunjukkan adanya ketimpangan performa yang signifikan antara kelompok mayoritas dan minoritas, yang berdampak pada keadilan hasil keputusan. Selain itu, temuan mengenai distribusi probabilistik mengindikasikan adanya pola *systemic bias* yang mencerminkan ketidakstabilan dalam performa sistem terhadap kelompok yang kurang terwakili. Kesenjangan antara perkembangan teknologi dan regulasi yang terus melebar turut memperlihatkan adanya degradasi akuntabilitas pada setiap tahapan sistem algoritmik. Penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengintegrasikan pendekatan yuridis, empiris, dan kuantitatif dalam menganalisis hubungan antara aspek teknis algoritma dan keadilan regulasi secara komprehensif.

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan kajian dengan menggunakan data empiris yang lebih luas dari berbagai sektor industri untuk meningkatkan validitas dan generalisasi hasil penelitian. Penggunaan pendekatan longitudinal juga dapat dilakukan untuk mengamati dinamika perubahan akuntabilitas algoritma dan regulasi dalam jangka waktu yang lebih panjang. Selain itu, pengembangan model evaluasi berbasis eksperimen nyata dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai implementasi tata kelola algoritma di lapangan. Penelitian berikutnya juga dapat memperluas cakupan geografis dengan membandingkan lebih banyak negara untuk memahami variasi konteks regulasi secara global. Integrasi pendekatan interdisipliner yang melibatkan aspek hukum, teknologi, dan sosial dapat memperkaya analisis terhadap kompleksitas sistem algoritmik. Pengembangan indikator kuantitatif yang lebih spesifik untuk mengukur transparansi, audit, dan keadilan juga dapat meningkatkan ketepatan dalam evaluasi akuntabilitas sistem.

REFERENSI

- Ahmad, M. A., Baryannis, G., & Hill, R. (2024). Defining Complex Adaptive Systems: An Algorithmic Approach. *Systems*, 12(2), 45. <https://doi.org/10.3390/systems12020045>
- Almusharraf, A. I. (2025). Automation and Its Influence on Sustainable Development: Economic,

- Social, and Environmental Dimensions. *Sustainability*, 17(4), 1754. <https://doi.org/10.3390/su17041754>
- Arévalo, P., & Jurado, F. (2024). Impact of Artificial Intelligence on the Planning and Operation of Distributed Energy Systems in Smart Grids. *Energies*, 17(17), 4501. <https://doi.org/10.3390/en17174501>
- Brusa, E., Cibrario, L., Delprete, C., & Di Maggio, L. G. (2023). Explainable AI for Machine Fault Diagnosis: Understanding Features' Contribution in Machine Learning Models for Industrial Condition Monitoring. *Applied Sciences*, 13(4), 2038. <https://doi.org/10.3390/app13042038>
- Cabitza, F., Campagner, A., Natali, C., Parimbelli, E., Ronzio, L., & Cameli, M. (2023). Painting the Black Box White: Experimental Findings from Applying XAI to an ECG Reading Setting. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(1), 269–286. <https://doi.org/10.3390/make5010017>
- Calzada, I. (2024). Artificial Intelligence for Social Innovation: Beyond the Noise of Algorithms and Datafication. *Sustainability*, 16(19), 8638. <https://doi.org/10.3390/su16198638>
- Chairani, N., Ablisar, M., Marlina, M., & Trisna, W. (2023). Analisis Yuridis terhadap Putusan Hakim dalam Perkara Tindak Pidana dan Larangan Penggunaan Bahan Kimia. *Jaksa: Jurnal Kajian Ilmu Hukum Dan Politik*, 1(4), 23–36. <https://doi.org/10.51903/jaksa.v1i4.1396>
- Chen, P., Wu, L., & Wang, L. (2023). AI Fairness in Data Management and Analytics: A Review on Challenges, Methodologies and Applications. *Applied Sciences*, 13(18), 10258. <https://doi.org/10.3390/app131810258>
- Christodoulou, P., & Limniotis, K. (2024). Data Protection Issues in Automated Decision-Making Systems Based on Machine Learning: Research Challenges. *Network*, 4(1), 91–113. <https://doi.org/10.3390/network4010005>
- Demertzis, K., Rantos, K., Magafas, L., Skianis, C., & Iliadis, L. (2023). A Secure and Privacy-Preserving Blockchain-Based XAI-Justice System. *Information*, 14(9), 477. <https://doi.org/10.3390/info14090477>
- Faisal, Qustontiniyah, U., & Ghofur, M. J. U. (2024). Kepatuhan Hak Asasi Manusia dalam Praktik Penyidikan oleh Aparat Penegak Hukum: Analisis Kuantitatif di Indonesia. *Perkara: Jurnal Ilmu Hukum Dan Politik*, 2(4), 626–639. <https://doi.org/10.51903/perkara.v2i4.2234>
- Frau-Meigs, D. (2024). Algorithm Literacy as a Subset of Media and Information Literacy: Competences and Design Considerations. *Digital*, 4(2), 512–528. <https://doi.org/10.3390/digital4020026>
- Huang, Z., Fu, X., & Zhao, J. (2025). Research on AIGC-Integrated Design Education for Sustainable Teaching: An Empirical Analysis Based on the TAM and TPACK Models. *Sustainability*, 17(12), 5497. <https://doi.org/10.3390/su17125497>
- Kazemi, A., Mehrani, S., & Homayoun, S. (2025). Risk in Sustainability Reporting: Designing a DEMATEL-Based Model for Enhanced Transparency and Accountability. *Sustainability*, 17(2), 549. <https://doi.org/10.3390/su17020549>
- Kovari, A. (2024). AI for Decision Support: Balancing Accuracy, Transparency, and Trust Across

- Sectors. *Information*, 15(11), 725. <https://doi.org/10.3390/info15110725>
- Leocádio, D., Malheiro, L., & Reis, J. (2025). Exploration of Audit Technologies in Public Security Agencies: Empirical Research from Portugal. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(2), 51. <https://doi.org/10.3390/jrfm18020051>
- Li, J., Maiti, A., & Fei, J. (2023). Features and Scope of Regulatory Technologies: Challenges and Opportunities with Industrial Internet of Things. *Future Internet*, 15(8), 256. <https://doi.org/10.3390/fi15080256>
- Li, Z., Liang, F., & Hu, H. (2023). Blockchain-Based and Value-Driven Enterprise Data Governance: A Collaborative Framework. *Sustainability*, 15(11), 8578. <https://doi.org/10.3390/su15118578>
- Mohammad Amini, M., Jesus, M., Fanaei Sheikholeslami, D., Alves, P., Hassanzadeh Benam, A., & Hariri, F. (2023). Artificial Intelligence Ethics and Challenges in Healthcare Applications: A Comprehensive Review in the Context of the European GDPR Mandate. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(3), 1023–1035. <https://doi.org/10.3390/make5030053>
- Raharjo, B., Putra, R. K., & Kossay, M. (2025). Legal Issues in the Supervision and Enforcement of Professional Ethics for Advocates in Indonesia. *Hakim: Jurnal Ilmu Hukum Dan Sosial*, 3(1), 900–917. <https://doi.org/10.51903/hakim.v3i1.2287>
- Salem, A. M., Eyupoglu, S. Z., & Ma'aitah, M. K. (2024). The Influence of Machine Learning on Enhancing Rational Decision-Making and Trust Levels in e-Government. *Systems*, 12(9), 373. <https://doi.org/10.3390/systems12090373>
- Singh, A. K., Kumar, V. R. P., Irfan, M., Mohandes, S. R., & Awan, U. (2023). Revealing the Barriers of Blockchain Technology for Supply Chain Transparency and Sustainability in the Construction Industry: An Application of Pythagorean FAHP Methods. *Sustainability*, 15(13), 10681. <https://doi.org/10.3390/su151310681>
- Slavinska, A., Palkova, K., Grigoroviča, E., Edelmers, E., & Pētersons, A. (2024). Narrative Review of Legal Aspects in the Integration of Simulation-Based Education into Medical and Healthcare Curricula. *Laws*, 13(2), 15. <https://doi.org/10.3390/laws13020015>
- Srđević, B. (2025). Evaluating the Societal Impact of AI: A Comparative Analysis of Human and AI Platforms Using the Analytic Hierarchy Process. *AI*, 6(4), 86. <https://doi.org/10.3390/ai6040086>
- Tri Cahyono, S., Erni, W., Hidayat, T., Tinggi Agama Islam Nurul Iman, S., & Jawa Barat, B. (2025). Rikonstruksi Hukum Pidana terhadap Kejahatan Siber (Cyber Crime) dalam Sistem Peradilan Pidana Indonesia: Rekonstruksi Hukum Pidana terhadap Kejahatan Siber (Cyber Crime) dalam Sistem Peradilan Pidana Indonesia. *Dame Journal of Law*, 1(1), 111–133. <https://doi.org/10.64344/DJL.V1I1.6>
- Tursunaliyeva, A., Alexander, D. L. J., Dunne, R., Li, J., Riera, L., & Zhao, Y. (2024). Making Sense of Machine Learning: A Review of Interpretation Techniques and Their Applications. *Applied Sciences*, 14(2), 496. <https://doi.org/10.3390/app14020496>
- Uhumuavbi, I. (2025). An Adaptive Conceptualisation of Artificial Intelligence and the Law, Regulation and Ethics. *Laws*, 14(2), 19. <https://doi.org/10.3390/laws14020019>
- Wiggerthale, J., & Reich, C. (2024). Explainable Machine Learning in Critical Decision Systems:

Ensuring Safe Application and Correctness. *AI*, 5(4), 2864–2896.
<https://doi.org/10.3390/ai5040138>

Zabala, S., Hernández, J. J., Cáceres-Tello, J., López-Meneses, E., & Cevallos, M. B. (2026). Artificial Intelligence, Algorithmic Ethics, and Digital Inequality: A Bibliometric Mapping in the Digital Media Era. *Applied Sciences*, 16(6), 3056. <https://doi.org/10.3390/app16063056>