

MODEL KONSEPTUAL TATA KELOLA DISTRIBUSI BANTUAN SOSIAL BERBASIS INTEGRASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE DAN BLOCKCHAIN

CONCEPTUAL GOVERNANCE MODEL FOR SOCIAL ASSISTANCE DISTRIBUTION BASED ON THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BLOCKCHAIN

Sufa Atin^{1*}, Hani Irmayanti¹, Andri Heryandi¹, Agus Nursikuwagus¹, Yeffry Handoko Putra², Rio Yunanto³

E-mail: sufaatin.75725005@mahasiswa.unikom.ac.id, hani.75725003@mahasiswa.unikom.ac.id,
andri.75725023@mahasiswa.unikom.ac.id, agusnursikuwagus@email.unikom.ac.id
yeffryhandoko@email.unikom.ac.id, rio.yunanto@email.unikom.ac.id

¹ Doktor Sistem Informasi, Fakultas Pascasarjana, Universitas Komputer Indonesia

² Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

³ Komputerisasi Akuntansi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

Abstrak

Distribusi bantuan sosial di Indonesia masih menghadapi permasalahan ketidaktepatan sasaran, rendahnya transparansi, dan lemahnya akuntabilitas, yang tercermin dari tingginya angka kesalahan inklusi dan eksklusi pada basis data kesejahteraan sosial serta proses verifikasi yang masih sebagian manual. Penelitian ini bertujuan merancang model konseptual tata kelola distribusi bantuan sosial yang mengintegrasikan *Artificial Intelligence* (AI) dan blockchain untuk mendukung ketepatan sasaran, transparansi, dan akuntabilitas. Metode yang digunakan adalah *Design Science Research*, mencakup identifikasi masalah, analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur lima lapisan, pengembangan model dan alur sistem konseptual, serta evaluasi konseptual berupa analisis kesesuaian model, perbandingan dengan sistem eksisting, dan pemetaan terhadap prinsip tata kelola digital. Model yang diusulkan menempatkan *AI Engine Layer* untuk melakukan analisis multi-kriteria berbasis pembobotan *Analytic Hierarchy Process* dan skoring beraturan, serta *Blockchain Integration Layer* berbasis *blockchain permissioned* dengan mekanisme *smart contract* untuk pencatatan *audit trail* yang tidak dapat diubah. Hasil kajian menunjukkan bahwa model ini secara konseptual berpotensi meningkatkan akurasi penentuan prioritas penerima, transparansi proses melalui audit trail, dan akuntabilitas melalui validasi otomatis berbasis *smart contract*. Kontribusi penelitian ini adalah kerangka arsitektur lima lapisan dengan spesifikasi teknik AI dan platform *blockchain* yang eksplisit, yang dapat menjadi dasar pengembangan purwarupa dan validasi pakar pada penelitian selanjutnya. Evaluasi pada tahap ini masih bersifat kualitatif dan konseptual, sehingga diperlukan tahap validasi empiris lanjutan sebelum model dapat diterapkan secara operasional dalam sistem distribusi bantuan sosial yang nyata.

Kata kunci: bantuan sosial, artificial intelligence, blockchain, tata kelola, design science research.

Abstract

Social assistance distribution in Indonesia still faces problems of inaccurate targeting, low transparency, and weak accountability, reflected in high inclusion and exclusion error rates in the social welfare database and in verification processes that remain partly manual. This study aims to design a conceptual governance model for social assistance distribution that integrates *Artificial Intelligence* (AI) and blockchain to support targeting accuracy, transparency, and accountability. The method used is *Design Science Research*, covering problem identification, system requirements analysis, five-layer architecture design, conceptual model and workflow

development, and conceptual evaluation consisting of model-fit analysis, comparison with the existing system, and mapping against digital governance principles. The proposed model places an AI Engine Layer that performs multi-criteria analysis based on Analytic Hierarchy Process weighting and rule-based scoring, and a Blockchain Integration Layer based on a permissioned blockchain with smart contracts for recording an immutable audit trail. The findings show that the model conceptually has the potential to improve the accuracy of beneficiary prioritization, process transparency through the audit trail, and accountability through automated smart-contract validation. The contribution of this study is a five-layer architectural framework with explicit AI technique and blockchain platform specifications, which can serve as a basis for prototype development and expert validation in future research. The evaluation at this stage remains qualitative and conceptual, so further empirical validation is required before the model can be operationally applied in a real social assistance distribution system.

Keywords: social assistance, artificial intelligence, blockchain, governance, design science research

Submitted : 5 Mei 2026 Revised : 2026-08-01 Accepted : 2026-08-03

1. PENDAHULUAN

Distribusi bantuan sosial merupakan instrumen penting pemerintah dalam mengurangi kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat [1]. Di Indonesia, penyaluran bantuan mengacu pada Data Terpadu Kesejahteraan Sosial (DTKS) yang kini dikembangkan menjadi Data Tunggal Sosial Ekonomi Nasional (DTSEN) [4]. Namun demikian, pelaksanaannya masih menghadapi permasalahan struktural terkait ketepatan sasaran [2]. Laporan pengawasan nasional mengungkapkan bahwa dalam DTKS masih terdapat penerima yang tidak layak, sementara pada triwulan I 2025 Kementerian Sosial mencoret sekitar 1,9 juta keluarga penerima manfaat akibat *inclusion error* [4]. Studi implementasi kebijakan bansos digital di tingkat kabupaten juga menemukan lebih dari 22% keluarga penerima manfaat tercatat ganda atau tidak sesuai kategori ekonomi meskipun proses verifikasi telah dipercepat oleh digitalisasi [4]. Temuan ini menunjukkan bahwa digitalisasi administratif semata belum menjamin ketepatan sasaran, transparansi, maupun akuntabilitas.

Artificial Intelligence (AI) mulai dimanfaatkan untuk mendukung analisis multi-kriteria dalam penentuan prioritas penerima bantuan secara lebih objektif [5], namun penerapannya pada sektor publik menghadapi tantangan transparansi algoritma dan potensi bias [6]; keputusan berbasis AI perlu dapat dijelaskan (*explainable*) dan diaudit [20], [21]. *Blockchain* menawarkan mekanisme pencatatan data yang bersifat *immutable* melalui *audit trail* dan *smart contract*, sehingga berpotensi meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan keterlacakan proses distribusi bantuan [7], [9]. Inisiatif serupa telah diujicobakan pada bantuan kemanusiaan, misalnya *platform* pencatatan transaksi berbasis *blockchain* pada distribusi voucher pangan yang terbukti mempercepat pelacakan dana [13], serta uji coba transfer tunai berbasis *blockchain* pada bantuan kemanusiaan lintas negara [14].

AlShamsi *et al.* [12] menunjukkan bahwa pendekatan *conceptual modeling* merupakan strategi evaluasi yang lazim dan sah dalam penelitian integrasi AI dan *blockchain* untuk transparansi tata kelola. Meskipun demikian, penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan kedua teknologi tersebut untuk konteks *distribusi bantuan sosial* — lengkap dengan pemilihan teknik AI dan platform *blockchain* yang eksplisit — masih terbatas; sebagian besar kajian *blockchain* untuk bantuan sosial masih berfokus pada transparansi pencatatan transaksi [9], [13], [14] tanpa membahas rinci teknik AI beserta metode pembobotan dan skoring yang digunakan [15], [16].

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan model konseptual tata kelola distribusi bantuan sosial berbasis integrasi AI dan *blockchain* menggunakan pendekatan *Design Science Research* (DSR) [8], [11]. Penelitian ini secara sengaja dibatasi pada

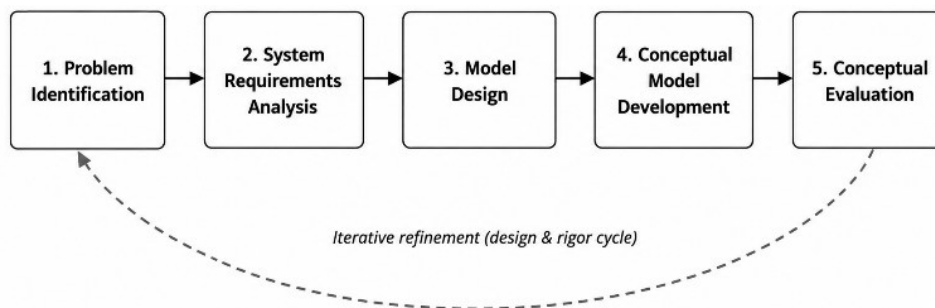
tahap perancangan dan evaluasi konseptual artefak, sejalan dengan strategi *conceptual modeling* [12] dan kerangka kontribusi pengetahuan DSR yang menempatkan model konseptual sebagai kontribusi yang sah pada tahap awal penelitian [25]. Model yang diusulkan secara spesifik menetapkan teknik AI berupa pembobotan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [16] dan platform *blockchain permissioned* (Hyperledger Fabric) dengan *smart contract* (chaincode) [18], sehingga rancangan memiliki dasar teknis yang lebih eksplisit dibandingkan pendekatan *high-level architecture* semata.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan Design Science Research (DSR) [8] yang diformalkan ke dalam proses enam-aktivitas oleh Peffers et al. [11]: identifikasi masalah, penetapan tujuan solusi, perancangan artefak, demonstrasi, evaluasi, dan komunikasi. Penelitian ini berhenti pada tahap perancangan artefak dan evaluasi konseptual; tahap demonstrasi pada lingkungan nyata berada di luar cakupan dan menjadi agenda lanjutan, konsisten dengan strategi *conceptual modeling* [12] dan kerangka kontribusi pengetahuan DSR [25].

2.1 Diagram Metodologi Penelitian

Gambar 1 menyajikan diagram metodologi berbasis DSR, mulai dari identifikasi permasalahan hingga evaluasi konseptual, dengan siklus iteratif (*design* dan *rigor cycle*) untuk penyempurnaan artefak [8]. Penelitian terdiri dari lima tahapan: (1) identifikasi permasalahan; (2) analisis kebutuhan sistem; (3) perancangan model tata kelola; (4) pengembangan model konseptual dan alur sistem; dan (5) evaluasi konseptual.



Gambar 1. Diagram metodologi penelitian berbasis design science research

2.2 Identifikasi Permasalahan

Studi literatur dan telaah dokumen kebijakan menunjukkan kendala pada verifikasi dan validasi data, seperti duplikasi, ketidaktepatan sasaran, dan keterlambatan penyaluran [1], [2], [4], sehingga transparansi dan akuntabilitas masih rendah [3], [4]. AI dan blockchain dinilai saling melengkapi: AI mendukung analisis multi-kriteria untuk akurasi dan objektivitas keputusan [5], [16], sedangkan blockchain meningkatkan transparansi dan akuntabilitas melalui pencatatan immutable [7], [18]. Model tata kelola berbasis integrasi kedua teknologi ini diusulkan sebagai artefak DSR.

2.3 Analisis Kebutuhan Sistem

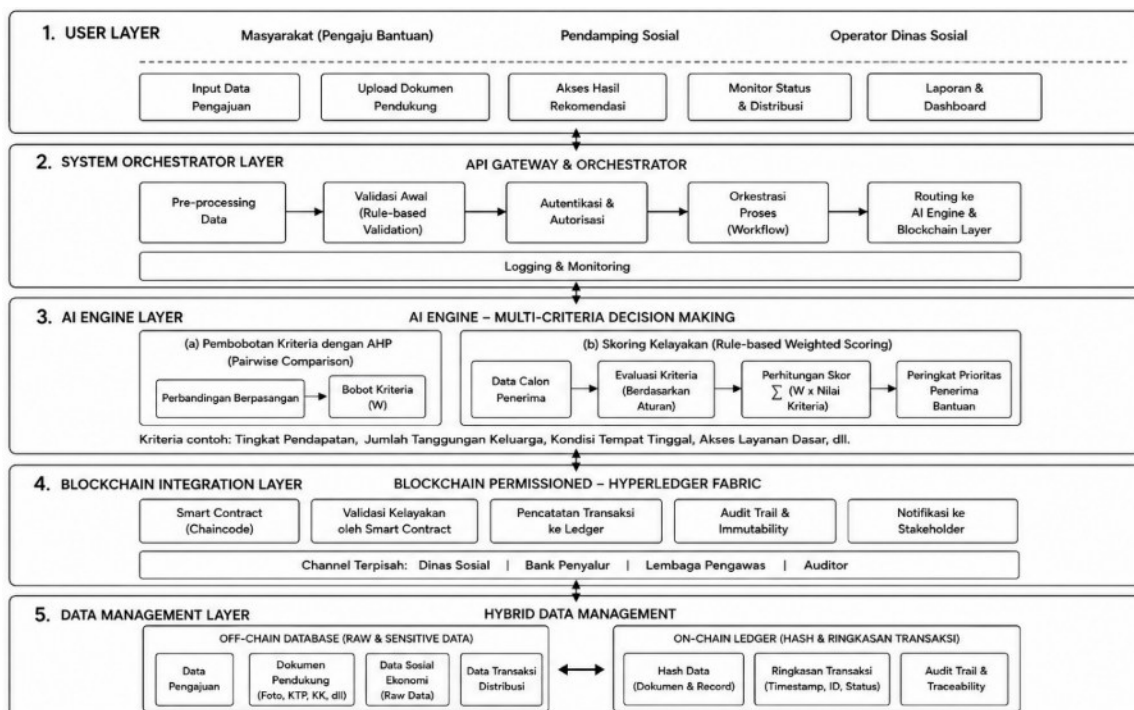
Kebutuhan sistem diklasifikasikan menjadi fungsional dan non-fungsional sebagaimana disajikan pada Tabel 1, sejalan dengan konsep decision support system yang menekankan pemanfaatan data untuk pengambilan keputusan yang lebih akurat dan objektif [10]. Kebutuhan ini menjadi dasar bagi pemilihan AI (untuk akurasi keputusan) dan blockchain (untuk transparansi dan integritas data) sebagai teknologi utama [7], [16], [18].

Tabel 1. Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional Sistem

Jenis	Kebutuhan	Deskripsi Singkat
Fungsional	Pengolahan & validasi data	Mengelola dan memvalidasi data penerima secara otomatis untuk mengurangi duplikasi
Fungsional	Penentuan penerima	Mendukung keputusan multi-kriteria (AHP + rule-based scoring) berbasis AI
Fungsional	Monitoring & audit	Memantau proses distribusi dan menyimpan riwayat proses (audit trail) pada blockchain
Non-Fungsional	Transparansi & akuntabilitas	Informasi dan proses dapat diakses, ditelusuri, dan dipertanggungjawabkan
Non-Fungsional	Keamanan & integritas data	Melindungi data dari akses tidak sah; data tidak dapat dimanipulasi
Non-Fungsional	Skalabilitas & traceability	Menangani peningkatan volume data serta melacak proses end-to-end

2.4 Perancangan Model Tata Kelola

Gambar Model tata kelola dirancang dengan *layered architecture* [24] terdiri dari lima lapisan: *User Layer*, *System Orchestrator Layer*, *AI Engine Layer*, *Blockchain Integration Layer*, dan *Data Management Layer* (Gambar 2).



Gambar 2. Arsitektur model tata kelola distribusi bantuan sosial berbasis AI dan Blockchain

User Layer dan *System Orchestrator Layer* menyediakan antarmuka pengajuan/pemantauan bagi masyarakat dan petugas dinas sosial [3], serta mengatur pre-processing, validasi berbasis aturan, autentikasi, dan orkestrasi komunikasi antar-layer melalui *API gateway* [2].

AI Engine Layer melakukan analisis multi-kriteria dua tahap: (a) pembobotan kriteria (pendapatan, jumlah tanggungan, kondisi tempat tinggal, akses layanan dasar) melalui perbandingan berpasangan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) [16]; dan (b) skoring kelayakan

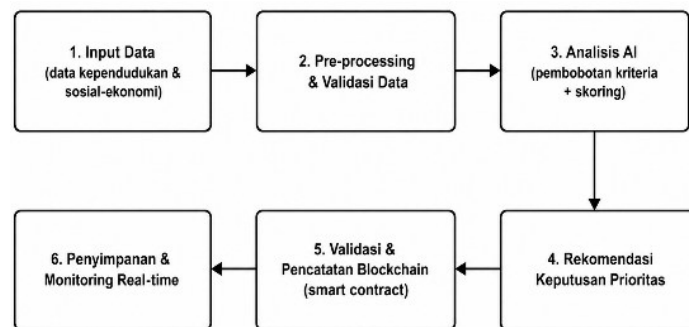
berbasis aturan (*rule-based weighted scoring*) yang mengombinasikan bobot AHP dengan nilai kriteria untuk menghasilkan peringkat prioritas penerima, dengan TOPSIS sebagai opsi validasi silang [15], [17]. Kriteria dan skema pembobotan dirancang agar tetap dapat dijelaskan (*explainable*) kepada pemangku kepentingan [20], [21]; bobot final dan validitas skoring dibandingkan metode manual dikalibrasi pada tahap validasi pakar (Bagian 2.6).

Blockchain Integration Layer dan *Data Management Layer* mengimplementasikan *smart contract* (*chaincode*) pada *blockchain permissioned* Hyperledger Fabric yang dipilih karena partisipan yang teridentifikasi, dukungan *multi-channel*, dan mekanisme konsensus *crash fault-tolerant* tanpa *proof-of-work* seperti pada blockchain publik [18], [19] untuk memvalidasi rekomendasi AI Engine sebelum dicatat sebagai transaksi immutable [7], [9]. Data dikelola secara *hybrid: off-chain database* untuk data mentah/sensitif dan *on-chain ledger* untuk *hash/ringkasan* transaksi guna menyeimbangkan performa dan *traceability* [9].

Integrasi antar-layer membentuk sistem yang cerdas, transparan, dan berpotensi lebih dipercaya [5], [7], [12], dengan nilai tambah berupa kejelasan teknik pada tiap layer (AHP dan Hyperledger Fabric) yang membedakannya dari arsitektur tingkat tinggi semata.

2.5 Model Konseptual dan Alur Sistem

Gambar 3 menunjukkan alur sistem operasional dari rancangan arsitektur. Alur sistem terdiri dari: (1) input data kependudukan dan sosial-ekonomi melalui *User Layer*; (2) pre-processing dan validasi berbasis aturan [2]; (3) analisis AI--penetapan kriteria, pembobotan AHP, perhitungan skor berbobot, dan pemeringkatan calon penerima [16], [17]; (4) rekomendasi keputusan prioritas; (5) validasi rekomendasi melalui *smart contract* pada Hyperledger Fabric dan pencatatan sebagai *audit trail immutable* [9], [18]; serta (6) penyimpanan *hybrid* dan monitoring *real-time*. Validitas skoring dibandingkan metode manual merupakan agenda evaluasi empiris lanjutan, bukan klaim pada tahap konseptual ini.



Gambar 3. Alur sistem (*system workflow*) distribusi bantuan sosial

2.6 Evaluasi Konseptual

Evaluasi mengacu pada prinsip DSR bahwa artefak harus memberikan solusi dan nilai guna [8], [23], mengikuti kerangka evaluasi DSR [11], [22] berupa: (a) analisis kesesuaian model terhadap permasalahan; (b) perbandingan argumentatif dengan sistem eksisting; dan (c) pemetaan terhadap prinsip tata kelola digital. Evaluasi ini bersifat kualitatif dan konseptual (*self-assessment* berdasarkan tinjauan literatur), sejalan dengan strategi conceptual modeling pada penelitian sejenis [12], [25], karena penelitian berada pada tahap perancangan artefak sebelum demonstrasi--belum ada data operasional untuk diuji kuantitatif. Sebagai kelanjutan, penelitian berikutnya akan melibatkan expert validation minimal 3-5 pakar/praktisi melalui kuesioner terstruktur atau FGD, sebelum pengembangan proof-of-concept pada data simulasi.

Tabel 2 menyajikan kesesuaian model terhadap permasalahan dan perbandingannya dengan sistem eksisting.

Tabel 2. Kesesuaian Model dan Perbandingan dengan Sistem Eksisting

Permasalahan / Aspek	Solusi dalam Model	Sistem Eksisting
Ketidaktepatan sasaran	Analisis multi-kriteria AI (AHP + <i>rule-based scoring</i>)	Manual/semi-manual
Kurangnya transparansi	<i>Audit trail</i> pada <i>blockchain permissioned</i>	Rendah
Lemahnya akuntabilitas	Validasi otomatis melalui smart contract	Terbatas
Data tidak terintegrasi	<i>Data Management Layer hybrid (on-chain/off-chain)</i>	Tersebar/tidak terpusat
<i>Traceability</i>	Pencatatan proses <i>end-to-end</i> pada <i>ledger</i>	Tidak tersedia

Pemetaan ini bersifat argumentatif-konseptual, belum diukur secara kuantitatif. Model juga dievaluasi terhadap prinsip tata kelola digital--transparansi, akuntabilitas, keadilan, keamanan, dan *traceability* [3] yang secara konsisten didukung oleh kombinasi AI dan *blockchain* pada model yang diusulkan.

Evaluasi pada penelitian ini memiliki keterbatasan mendasar: bersifat kualitatif-konseptual tanpa validasi eksternal (*expert review*, purwarupa, atau simulasi); belum ada data empiris untuk mengukur akurasi skoring AI dibandingkan metode manual; dan belum ada pengujian performa/skalabilitas jaringan *blockchain*. Karena itu, klaim manfaat pada Bagian 3 disampaikan dengan bahasa *potensi* ("berpotensi meningkatkan"), bukan klaim kepastian, agar sesuai dengan level bukti yang tersedia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Penelitian ini menghasilkan model konseptual tata kelola distribusi bantuan sosial berbasis integrasi AI dan *blockchain* sebagai artefak DSR [8], [11], yang menjawab ketidaktepatan sasaran, rendahnya transparansi, dan lemahnya akuntabilitas (Bagian 1 dan 2.2). Arsitektur lima-lapisan (Gambar 2) dan alur sistem enam-tahap (Gambar 3) menempatkan AHP dan Hyperledger Fabric secara eksplisit, sehingga model tidak berhenti pada abstraksi tingkat tinggi. Hasil analisis kesesuaian dan perbandingan dengan sistem eksisting (Tabel 2, Bagian 2.6) menunjukkan bahwa setiap permasalahan utama telah dipetakan ke solusi spesifik dalam model, meskipun pemetaan ini bersifat argumentatif dan belum diukur secara kuantitatif.

Penggunaan AI dengan pembobotan AHP berpotensi meningkatkan akurasi penentuan penerima bantuan melalui analisis multi-kriteria yang lebih terstruktur dan *explainable* dibandingkan pertimbangan manual [16], [20], [21]. *Blockchain permissioned* berbasis Hyperledger Fabric berpotensi meningkatkan transparansi melalui pencatatan *immutable*, sehingga proses distribusi dapat diaudit dan potensi manipulasi diminimalkan [7], [18]. Preseden penerapan *blockchain* pada distribusi bantuan skala besar menunjukkan penurunan biaya transaksi dan peningkatan kecepatan pelacakan dana pada konteks kemanusiaan [13], [14], meski konteks tersebut belum identik dengan tata kelola bantuan sosial pemerintah di Indonesia. Model ini juga berpotensi meningkatkan akuntabilitas melalui *audit trail* berbasis smart contract yang idealnya dapat ditelusuri kembali, sejalan dengan prinsip tata kelola digital [3], [12].

Sebagaimana ditegaskan pada Bagian 2.6, penelitian ini masih bersifat konseptual dan evaluasinya berupa *self-assessment* kualitatif tanpa validasi eksternal, purwarupa, atau simulasi. Seluruh klaim manfaat di atas disampaikan sebagai potensi, bukan hasil yang telah terbukti secara empiris. Secara teoritis, penelitian ini memperluas kajian integrasi AI dan *blockchain* dalam tata kelola sistem publik dengan spesifikasi teknis yang lebih eksplisit dibandingkan model arsitektur tingkat tinggi pada penelitian terdahulu [12], [25]. Secara praktis, model ini menjadi dasar konseptual pengembangan sistem distribusi bantuan sosial yang lebih transparan, sekaligus mendukung agenda digitalisasi DTKS/DTSEN [4] melalui kerangka yang menekankan transparansi dan akuntabilitas sebagai prasyarat kepercayaan publik.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan model konseptual tata kelola distribusi bantuan sosial berbasis integrasi AI dan blockchain melalui pendekatan Design Science Research, mencakup identifikasi permasalahan, analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur lima-lapisan, pengembangan alur sistem konseptual, hingga evaluasi konseptual. Model ini secara spesifik mengusulkan analisis multi-kriteria berbasis *Analytic Hierarchy Process* pada *AI Engine Layer* dan *blockchain permissioned* (Hyperledger Fabric) dengan *smart contract* pada *Blockchain Integration Layer*, sehingga memiliki dasar teknis yang lebih eksplisit dibandingkan model arsitektur tingkat tinggi semata. Secara konseptual, model ini berpotensi meningkatkan akurasi penentuan prioritas penerima, transparansi proses, dan akuntabilitas distribusi bantuan sosial.

Penelitian ini memiliki keterbatasan mendasar berupa evaluasi yang bersifat kualitatif-konseptual tanpa validasi eksternal, sehingga belum dapat menjadi dasar klaim peningkatan kinerja secara empiris. Penelitian lanjutan disarankan untuk: (1) melakukan expert validation dengan minimal 3-5 pakar/praktisi; (2) mengembangkan proof-of-concept berbasis Hyperledger Fabric dan algoritma AHP pada data simulasi; dan (3) melakukan evaluasi kuantitatif terhadap akurasi skoring AI dibandingkan metode manual serta pengujian performa dan skalabilitas jaringan blockchain, agar model dapat berkembang dari kontribusi konseptual menjadi solusi yang teruji secara empiris.

Sebagai agenda lanjutan yang krusial, pengembangan model ini harus melampaui ranah konseptual menuju validasi empiris yang komprehensif. Langkah pertama yang direkomendasikan adalah pelaksanaan *expert validation* melalui focus group discussion (FGD) atau kuesioner terstruktur yang melibatkan para pemangku kepentingan, seperti praktisi dinas sosial, pakar teknologi informasi, dan akademisi kebijakan publik, untuk menilai relevansi, kelayakan, dan potensi hambatan implementasi model. Setelah itu, pengembangan *proof-of-concept* (PoC) berbasis Hyperledger Fabric dan algoritma AHP pada data simulasi yang merepresentasikan karakteristik DTKS/DTSEN sangat diperlukan untuk menguji fungsionalitas teknis, integrasi antarlapis, dan mekanisme *smart contract* secara terkendali. Tahapan puncak dari penelitian lanjutan adalah evaluasi kuantitatif yang ketat, meliputi pengukuran akurasi skoring AI dibandingkan dengan metode manual yang berlaku, pengujian performa jaringan (seperti *throughput* dan *latency*) di bawah beban data yang bervariasi, serta analisis skalabilitas sistem ketika dihadapkan pada volume data penerima manfaat berskala nasional. Dengan menyelesaikan tahapan-tahapan ini, model yang dikembangkan tidak hanya akan menjadi kontribusi teoretis yang sah, tetapi juga bertransformasi menjadi solusi operasional yang teruji dan siap diadopsi untuk mendukung transformasi digital tata kelola bantuan sosial di Indonesia.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] U. Gentilini, M. Almenfi, and I. Orton, Social Protection and Jobs Responses to COVID-19: A Real-Time Review of Country Measures. Washington, DC, USA: World Bank, 2022.
- [2] World Bank, "Targeting Effectiveness in Social Protection Programs," World Bank, Washington, DC, USA, 2023.
- [3] OECD, Digital Government Review. Paris, France: OECD Publishing, 2022.
- [4] J. Syamsu, "Analisis Kebijakan Bantuan Sosial terhadap Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat di Era Digital Kabupaten Sijunjung," J. Artif. Intell. Digit. Bus. (RIGGS), vol. 4, no. 3, pp. 7688-7696, 2025, doi:10.31004/riggs.v4i3.3144.
<https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3144>
- [5] S. Russell and P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson, 2021.
- [6] Y. K. Dwivedi et al., "Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy," Int. J. Inf. Manage., vol. 57, 2021, Art.no.101994.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
PMCID:PMC11414662

- [7] N. Kshetri, "Blockchain and the Government," *Computer*, vol. 54, no. 3, pp. 100-104, Mar. 2021.
<https://doi.org/10.1109/MC.2021.3082835>
- [8] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design science in information systems research," *MIS Quart.*, vol. 28, no. 1, pp. 75-105, Mar. 2004.
<https://doi.org/10.2307/25148625>
- [9] F. Casino, T. K. Dasaklis, and C. Patsakis, "A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues," *Telemat. Inform.*, vol. 36, pp. 55-81, Mar. 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- [10] E. Turban, R. Sharda, and D. Delen, *Decision Support and Business Intelligence Systems*, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2021.
- [11] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger, and S. Chatterjee, "A design science research methodology for information systems research," *J. Manage. Inf. Syst.*, vol. 24, no. 3, pp. 45-77, 2007, doi:10.2753/MIS0742-1222240302.
<https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
PMCID:PMC13243804
- [12] M. AlShamsi, S. A. Salloum, M. Alshurideh, and S. Abdallah, "Artificial Intelligence and Blockchain for Transparency in Governance," in *Artificial Intelligence for Sustainable Development: Theory, Practice and Future Applications*, A. E. Hassanien, R. Bhatnagar, and A. Darwish, Eds., Cham, Switzerland: Springer, 2021, pp. 219-230, doi: 10.1007/978-3-030-51920-9_11.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-51920-9_11
PMid:28118817
- [13] World Food Programme, "Building Blocks: Blockchain for Zero Hunger," WFP Innovation Accelerator, Rome, Italy, 2020.
- [14] UNICEF Office of Innovation, "How Blockchain Can Transform Humanitarian Cash Transfers at Scale," UNICEF, New York, NY, USA, 2025.
- [15] S. Uyun and I. Riadi, "A fuzzy TOPSIS multiple-attribute decision making for scholarship selection," *TELKOMNIKA Indones. J. Electr. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 37-46, 2011.
<https://doi.org/10.12928/telkomnika.v9i1.643>
- [16] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1980.
- [17] V. Pandey, Komal, and H. Dincer, "A review on TOPSIS method and its extensions for different applications with recent development," *Soft Comput.*, vol. 27, no. 23, pp. 18011-18039, 2023, doi:10.1007/s00500-023-09011-0.
<https://doi.org/10.1007/s00500-023-09011-0>
- [18] E. Androulaki et al., "Hyperledger Fabric: A distributed operating system for permissioned blockchains," in *Proc. 13th EuroSys Conf. (EuroSys '18)*, 2018, Art. no. 30, doi: 10.1145/3190508.3190538.
<https://doi.org/10.1145/3190508.3190538>
- [19] V. Buterin, "Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform," *Ethereum Whitepaper*, 2014.
- [20] G. Banerjee and S. Dhar, "Explainability and transparency in designing responsible AI applications in the enterprise," in *Proc. Int. Conf. Comput. Commun. Cybersecurity AI (C3AI 2024)*, London, U.K., Jul. 2024. Cham, Switzerland: Springer, 2024.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-74443-3_25
- [21] T. Miller, "Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences," *Artif. Intell.*, vol. 267, pp. 1-38, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.artint.2018.07.007.
<https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007>
- [22] K. Peffers, M. Rothenberger, T. Tuunanen, and R. Vaezi, "Design science research evaluation," in *Design Science Research in Information Systems: Advances in Theory and Practice*, M. Peffers, M. Rothenberger, and B. Krogstie, Eds., Berlin, Germany: Springer, 2012,

pp. 398-410, doi: 10.1007/978-3-642-29863-9_31.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-29863-9_31

[23] M. Mäntymäki, M. Minkkinen, M. P. Zimmer, T. Birkstedt, and M. Viljanen, "Designing an AI governance framework: From research-based premises to meta-requirements," in Proc. 31st Eur. Conf. Inf. Syst. (ECIS 2023), Kristiansand, Norway, 2023.

[24] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, Software Architecture in Practice, 4th ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley, 2021.

[25] S. Gregor and A. R. Hevner, "Positioning and presenting design science research for maximum impact," MIS Quart., vol. 37, no. 2, pp. 337-355, Jun. 2013.
<https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>