



SISTEM PEMBAYARAN LELANG PEMERINTAH BERBASIS *BLOCKCHAIN*: PELUANG DAN TANTANGAN DI INDONESIA

Doni Triono¹⁾,

Politeknik Keuangan Negara STAN

Taufik Raharjo²⁾,

Politeknik Keuangan Negara STAN

Ambang Aries Yudanto³⁾,

Politeknik Keuangan Negara STAN

Andy Raffiwan⁴⁾,

Direktorat Jenderal Kekayaan Negara

Alamat Korespondensi: [dony_triono@pknstan.ac.id]

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Pertama
[16 September 2025]

Dinyatakan Diterima
[28 Desember 2025]

KATA KUNCI:
lelang pemerintah, *blockchain*, sistem
pembayaran, *smart contracts*, digitalisasi

KLASIFIKASI JEL:
JEL: E42, H11, O33, K22

ABSTRAK

This study explores the opportunities and challenges of applying blockchain in government auction payment systems in Indonesia. The current banking-based mechanism faces several issues, including delayed confirmations, administrative fees, and limited real-time transparency. A descriptive qualitative approach with an exploratory nature was employed. Primary data were collected through interviews with Bank Indonesia, Bappebti, the Directorate General of State Assets (DJKN), and Indodax, while secondary data were obtained from academic literature, regulations, and official reports. Thematic analysis was used to identify potentials, challenges, and to formulate a conceptual blockchain-based model. The findings indicate that blockchain can enhance efficiency, security, and transparency through smart contracts. The proposed model integrates blockchain with the rupiah-based national payment system via a consortium of state institutions, ensuring fiscal accountability and regulatory compliance.

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi peluang dan tantangan penerapan *blockchain* dalam sistem pembayaran lelang pemerintah di Indonesia. Sistem pembayaran yang ada masih bergantung pada mekanisme perbankan terpusat yang menghadapi kendala keterlambatan konfirmasi, biaya administrasi, serta keterbatasan transparansi *real-time*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan sifat eksploratif. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan Bank Indonesia, Bappebti, DJKN, dan Indodax, sedangkan data sekunder berasal dari literatur, regulasi, dan laporan resmi. Analisis tematik digunakan untuk mengidentifikasi potensi, tantangan, dan merumuskan model konseptual berbasis *blockchain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *blockchain* berpotensi meningkatkan efisiensi, keamanan, dan transparansi melalui *smart contracts*. Model konseptual yang ditawarkan mengintegrasikan *blockchain* dengan sistem keuangan nasional berbasis rupiah melalui konsorsium lembaga negara, sehingga mendukung akuntabilitas fiskal dan kepatuhan regulasi.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lelang merupakan salah satu mekanisme penjualan yang telah lama dikenal sebagai metode transaksi terbuka, kompetitif, dan sah secara hukum. Secara umum, lelang didefinisikan sebagai penjualan barang secara publik melalui proses penawaran lisan maupun tertulis yang berlangsung secara dinamis hingga diperoleh harga tertinggi, serta didahului dengan pengumuman resmi kepada masyarakat. Definisi ini sejalan dengan ketentuan Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2023 yang menegaskan bahwa lelang adalah penjualan terbuka dengan mekanisme penawaran harga yang transparan. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa mekanisme kompetitif dalam lelang mendorong pembentukan harga yang lebih efisien dibandingkan metode penjualan konvensional (Abi Bakri et al., 2013; Müller, 2001; Novita et al., 2022).

Menurut Hasti dan Tenrysau (2017), dari perspektif ekonomi, lelang memberikan manfaat dalam meningkatkan pendapatan penjual, menciptakan transparansi harga, serta memperkuat efisiensi pasar (Janssen & Moldovanu, 2004). Dalam konteks aset negara, lelang juga berperan sebagai instrumen penegakan hukum dan pengelolaan kekayaan negara. Secara historis, praktik kelembagaan lelang di Indonesia telah ada sejak masa kolonial melalui *Vendu Reglement Staatsblad* 1908 No. 189 (Tista, 2013) dan terus berkembang sebagai instrumen penting pengelolaan aset publik (Hasti & Tenrysau, 2017).

Saat ini sistem pembayaran lelang pemerintah dilakukan melalui mekanisme terpusat menggunakan fasilitas virtual account pada rekening Kantor Pelayanan Kekayaan Negara dan Lelang (KPKNL). Sistem ini memang telah meningkatkan akurasi administrasi dan menurunkan kesalahan pengembalian. Namun, data DJKN menunjukkan bahwa pada tahun 2022 masih terdapat lebih dari 18.000 transaksi pengembalian uang jaminan yang harus diproses secara manual, yang menyebabkan keterlambatan penyelesaian, potensi antrian pengembalian, serta beban administrasi tambahan. Selain itu, sistem pembayaran berbasis perbankan masih menghadapi batasan waktu operasional, risiko *single point of failure*, dan biaya transaksi yang relatif tinggi untuk beberapa jenis rekening—faktor yang menjadi kendala terutama bagi peserta dari daerah dengan akses perbankan terbatas.

Dalam konteks perkembangan teknologi global, *blockchain* dan *decentralized finance* (DeFi) menawarkan alternatif sistem pembayaran berbasis *smart contracts* yang bersifat otomatis, transparan, dan tidak bergantung pada satu lembaga perantara. *Smart contracts* berpotensi mengotomatisasi proses krusial seperti penahanan uang jaminan (*escrow*), verifikasi pemenang, hingga pengembalian otomatis segera setelah lelang berakhir, tanpa perlu intervensi manual. Model ini relevan dengan konteks hukum Indonesia karena fungsi *escrow* dan verifikasi transaksi saat ini masih sangat terpusat di KPKNL. Meskipun demikian, penerapan sistem berbasis *blockchain* menghadapi tantangan regulasi, literasi digital, serta perlindungan hukum terhadap transaksi terdesentralisasi yang belum diatur secara komprehensif dalam kerangka hukum nasional.

Berdasarkan kondisi tersebut, kajian mengenai potensi penggunaan *blockchain* dalam sistem pembayaran lelang menjadi penting untuk menilai apakah teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan pembayaran, mengurangi beban administrasi pemerintah, serta mendukung modernisasi sistem lelang nasional tanpa mengabaikan aspek regulatif dan perlindungan hukum.

1.2. Tujuan

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

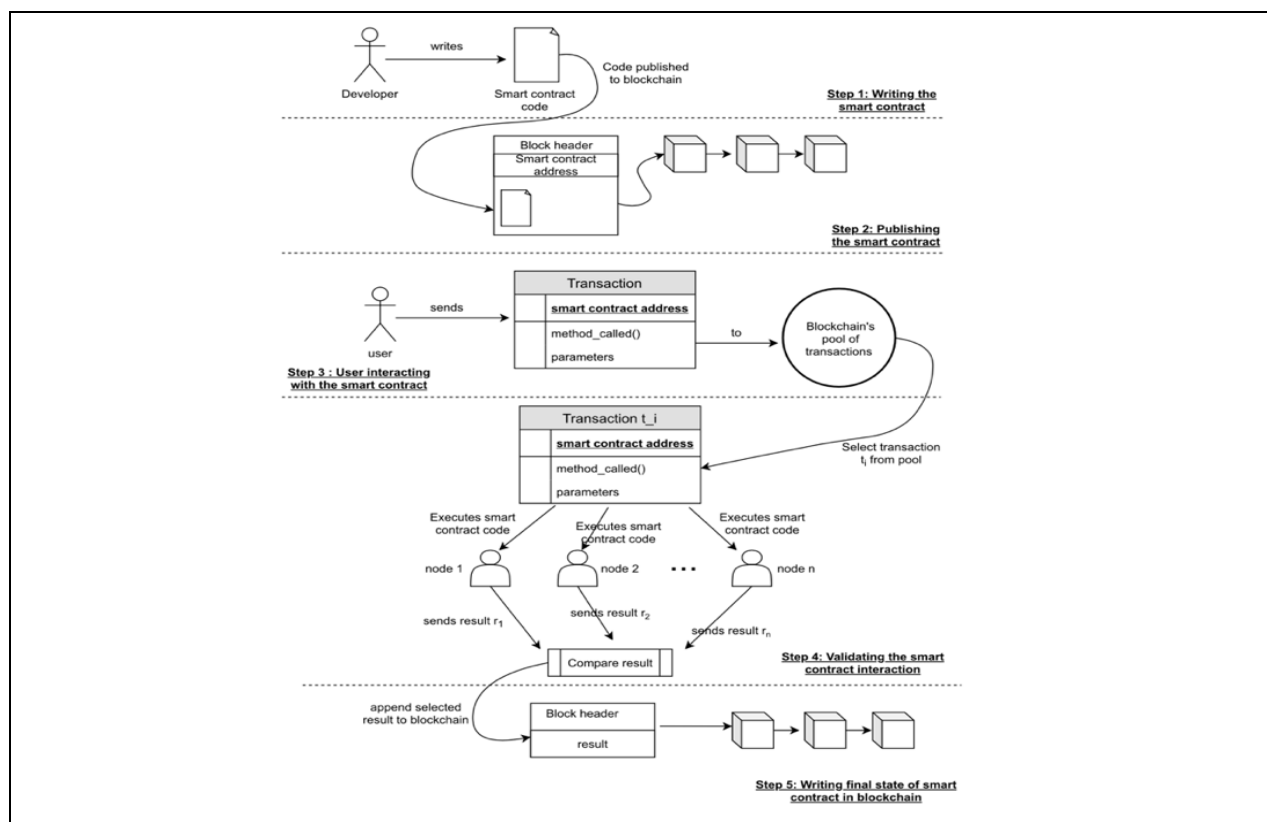
1. mengeksplorasi potensi dan tantangan penerapan teknologi *blockchain* dalam sistem pembayaran lelang pemerintah di Indonesia,
 2. merumuskan model konseptual berbasis *smart contracts* yang terintegrasi dengan sistem pembayaran nasional.
- Sejalan dengan itu, penelitian ini berupaya menjawab dua pertanyaan penelitian utama:
1. Bagaimana peluang dan kendala implementasi *blockchain* dalam mekanisme pembayaran lelang pemerintah di Indonesia?
 2. Bagaimana rancangan model konseptual sistem pembayaran lelang berbasis *blockchain* yang sesuai dengan ketentuan regulasi dan karakteristik alur pembayaran yang berlaku saat ini?

2. KERANGKA TEORETIS

Perkembangan teknologi *blockchain* telah menghadirkan paradigma baru dalam sistem pembayaran digital. Sejak awal, upaya membangun sistem pembayaran terdesentralisasi menekankan pada aspek skalabilitas dan efisiensi transaksi. Adler dan Quintyne-Collins (2019) menunjukkan bagaimana arsitektur desentralisasi dapat menjadi solusi terhadap keterbatasan sistem pembayaran tradisional yang bersifat terpusat. Upaya ini selaras dengan temuan (Kemmoë et al., 2020) yang menekankan peran mekanisme *smart contracts* dalam memungkinkan transaksi multipihak secara aman dan transparan.

Penerapan *blockchain* juga telah diperluas ke ranah pembayaran lintas batas. Eyo-Udo et al. (2024) menyoroti potensi *blockchain* dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi pembayaran internasional, sebuah kebutuhan yang semakin mendesak di tengah globalisasi ekonomi. Studi Zhao et al. (2020) mengembangkan konsep "*Rzcoin*", yang berbasis Ethereum dengan layanan privasi opsional, menunjukkan bahwa aspek kerahasiaan masih menjadi perhatian utama dalam transaksi lintas negara.

Secara teoritis, alur penyusunan smart contract hingga tersimpan dalam *blockchain* adalah sebagai berikut:



Sumber: Diadopsi dari Kemmoe et al. (2020)

Selain efisiensi, isu keamanan dan keandalan menjadi sorotan penting dalam literatur. Bhurgri et al. (2024) menegaskan bahwa peningkatan kenyamanan dan kerahasiaan adalah kunci utama dalam mengembangkan sistem pembayaran terdesentralisasi berbasis *blockchain*. Amini et al. (2023) bahkan mengeksplorasi model optimal *bidding* untuk mendukung mekanisme “clearing” pembayaran, yang bertujuan meningkatkan stabilitas sistem. Sejalan dengan itu, Pradhan et al. (2023) menekankan perlunya mitigasi terhadap serangan siber dalam konteks perdagangan energi berbasis *blockchain*, yang relevan juga untuk sektor pembayaran digital.

Lebih lanjut, pengembangan *smart contracts* menjadi fondasi penting dalam berbagai penelitian. Velasco et al. (2023) mengulas tantangan dan peluang pengembangan *smart contracts* pada *Ethereum Virtual Machine*, yang menjadi platform utama sebagian besar inovasi pembayaran digital. Mridul et al. (2024) melangkah lebih jauh dengan menawarkan konsep *smarter payments*, yakni integrasi *smart contracts* untuk mendukung transparansi pelaporan transaksi lintas negara. Menguatkan hal tersebut, Ge (2021) memperkenalkan kerangka *smart payment* untuk pemrograman pembayaran digital berbasis *smart contracts*, yang dapat meningkatkan fleksibilitas pengelolaan transaksi kompleks.

Dari sisi arsitektur teknis, solusi berbasis *off-chain* juga diusulkan untuk mengatasi keterbatasan kapasitas *blockchain*. Hosp et al. (2018) dengan *COMIT* menawarkan jaringan transaksi multi-aset instan yang aman secara kriptografis, sehingga mengurangi beban pada rantai utama. Shahrukh et al. (2023) memperluas cakupan aplikasi *blockchain* pada distribusi keuangan dengan bantuan *Aid Nexus*, menunjukkan bagaimana inovasi sistem pembayaran digital dapat mendukung aspek sosial-ekonomi yang lebih luas.

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa arah penelitian sistem pembayaran terdesentralisasi berbasis *blockchain* berkembang dari fokus awal pada skalabilitas Adler dan Quinyne-Collins (2019), menuju integrasi multipihak (Kemmoe et al., 2020), lintas batas (Eyo-Udo et al., 2024; Mridul et al., 2024; Zhao et al., 2020), peningkatan keamanan (Amini et al., 2023; Bhurgri et al., 2024; Pradhan et al., 2023), pengembangan *smart contracts* (Ge, 2021; Velasco et al., 2023), hingga eksplorasi solusi teknis alternatif seperti jaringan *off-chain* (Hosp et al., 2018) dan aplikasi sektor sosial (Shahrukh et al., 2023). Alur ini mengindikasikan bahwa riset di bidang ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis semata, tetapi juga pada adopsi luas dan dampaknya terhadap sistem keuangan global.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan sifat eksploratif. Pendekatan ini dipilih karena topik *blockchain* dalam sistem pembayaran lelang di Indonesia masih relatif baru dan belum diimplementasikan secara nyata, sehingga penelitian lebih berfokus pada eksplorasi potensi, identifikasi tantangan, serta formulasi model konseptual yang relevan.

3.1. Pemilihan Narasumber

Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan empat narasumber kunci, yaitu:

1. Bank Indonesia (BI), sebagai otoritas sistem pembayaran nasional yang tengah mengembangkan *Central Bank Digital Currency* (CBDC) Digital Rupiah.
2. Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti), sebagai regulator yang mengawasi perdagangan aset kripto di Indonesia.
3. Direktorat Jenderal Kekayaan Negara (DJKN), sebagai institusi yang menyelenggarakan lelang negara dan mengelola mekanisme pembayaran lelang.
4. Indodax, sebagai salah satu pelaku industri perdagangan aset kripto terbesar di Indonesia dengan pengalaman dalam infrastruktur *blockchain* dan pengelolaan transaksi digital.

Pemilihan empat lembaga tersebut menggunakan *purposive sampling*, yaitu berdasarkan relevansi langsung mereka terhadap sistem pembayaran digital pemerintah, regulasi aset kripto, serta infrastruktur *blockchain*. Jumlah narasumber dibatasi karena lembaga-lembaga tersebut merupakan pemeran inti (*key stakeholders*) yang memiliki otoritas dan pengetahuan strategis terkait topik penelitian, sehingga dianggap mewakili spektrum perspektif kelembagaan, regulatif, dan teknis yang diperlukan.

3.2. Rancangan Wawancara

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan pedoman pertanyaan yang disusun berdasarkan tiga fokus utama penelitian:

1. Evaluasi sistem pembayaran lelang saat ini (efisiensi, kendala teknis, biaya, dan keamanan).
2. Regulasi dan kesiapan kelembagaan terkait penggunaan teknologi baru, termasuk potensi integrasi *blockchain* dan CBDC.
3. Peluang dan tantangan teknis penggunaan *blockchain* sebagai mekanisme pembayaran lelang pemerintah, termasuk isu interoperabilitas, risiko, dan kesiapan infrastruktur.

3.3. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik melalui langkah-langkah berikut:

1. Transkripsi seluruh hasil wawancara secara verbatim.
2. *Open coding*, mengidentifikasi dan memberi kode pada pernyataan relevan.
3. *Axial coding*, mengelompokkan kode menjadi kategori.
4. Pembentukan tema, menyusun tema-tema utama yang menjelaskan hubungan antara kondisi sistem pembayaran lelang saat ini dengan peluang implementasi *blockchain*.
5. Validasi tematik, mencocokkan temuan dengan data sekunder.

3.4. Teknik Keabsahan Data

Untuk menjaga validitas dan keandalan temuan, penelitian menggunakan:

1. Triangulasi sumber, membandingkan informasi narasumber dari pemerintah, regulator dan pelaku industri kripto.
2. Triangulasi dokumen, mencocokkan hasil wawancara dengan regulasi, laporan lembaga, dan literatur internasional terkait *blockchain*.

3.5. Etika Penelitian

Wawancara dilakukan setelah memperoleh persetujuan dan kesediaan narasumber, baik secara lisan maupun tertulis. Seluruh data digunakan hanya untuk tujuan akademik, dan identitas narasumber dapat disamarkan sesuai permintaan. Penelitian mengikuti prinsip etika penelitian sosial, yaitu menjaga kerahasiaan informasi, menghormati privasi, dan memastikan bahwa partisipasi bersifat sukarela.

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Potret Sistem Pembayaran Lelang di Indonesia

Saat ini, sistem pembayaran lelang di Indonesia sepenuhnya dikelola melalui mekanisme sentralisasi perbankan. Peserta lelang diwajibkan menyetor uang jaminan melalui *virtual account* Kantor Pelayanan Kekayaan Negara dan Lelang (KPKNL). Setelah lelang selesai, pemenang diberi waktu untuk melunasi harga lelang ke rekening yang telah ditentukan, sedangkan peserta yang kalah mendapatkan pengembalian uang jaminan. Sistem ini terbukti relatif aman dan akuntabel karena tercatat secara resmi dalam sistem perbendaharaan negara. Namun, dari sisi praktik, masih terdapat kelemahan, antara lain keterlambatan konfirmasi pembayaran, adanya biaya administrasi perbankan, keterbatasan jam operasional bank, serta potensi risiko kesalahan administrasi akibat penginputan data secara manual. Dari perspektif transparansi, peserta memang dapat mengakses hasil lelang, tetapi tidak memiliki akses langsung untuk menelusuri aliran dana secara *real-time*.

Implementasi sistem pembayaran lelang di Direktorat Jenderal Kekayaan Negara (DJKN) bertujuan untuk menjamin transparansi, efisiensi, dan akuntabilitas. Proses lelang dilakukan melalui platform e-Lelang (<http://lelang.go.id>) yang mengintegrasikan pendaftaran, penawaran, hingga pembayaran secara daring. Sebelum mengikuti lelang, peserta diwajibkan menyetor uang jaminan ke rekening virtual khusus yang dikelola DJKN melalui

mitra perbankan. Dana ini menjadi bukti keseriusan dan akan dikembalikan sepenuhnya apabila peserta tidak memenangkan lelang. Bagi pemenang, pembayaran pokok lelang dilakukan dalam jangka waktu lima hari kerja menggunakan *billing code* yang diterbitkan oleh Sistem Informasi PNPB Online (SIMPONI) dan disetorkan langsung ke rekening penerimaan negara.

Untuk mendukung kelancaran transaksi, DJKN bekerja sama dengan bank-bank pemerintah seperti Mandiri, BRI, BNI, dan BTN. Kerja sama ini memungkinkan peserta melakukan pembayaran melalui berbagai kanal, baik melalui ATM, *mobile banking*, maupun teller. Setelah pembayaran dilakukan, sistem secara otomatis mencatat transaksi, memberikan notifikasi kepada DJKN dan peserta, serta mencocokkan data secara *real-time* guna menghindari kesalahan. Jika terjadi kendala, tersedia mekanisme klarifikasi melalui Kantor Pelayanan Kekayaan Negara dan Lelang (KPKNL) maupun layanan pengaduan HALO DJKN. Dengan sistem perbankan yang terintegrasi dan diawasi ketat, proses pembayaran lelang menjadi lebih aman, cepat, dan transparan karena seluruh riwayat penawaran dan pembayaran dapat dipantau secara digital. Meskipun terbukti relatif aman dan akuntabel karena tercatat dalam sistem perbendaharaan negara, praktik di lapangan masih menyisakan beberapa kelemahan, seperti keterlambatan konfirmasi pembayaran, adanya biaya administrasi perbankan serta keterbatasan jam operasional bank. Selain itu, masih terdapat potensi kesalahan administrasi akibat penginputan data manual. Dari sisi transparansi, peserta memang dapat mengakses hasil lelang, namun belum memiliki akses langsung untuk menelusuri aliran dana secara *real-time*, sehingga aspek keterbukaan informasi dalam sistem pembayaran lelang masih memiliki ruang untuk diperbaiki.

4.2. Potensi *Blockchain* dalam Sistem Pembayaran Lelang

Hasil wawancara menunjukkan bahwa seluruh narasumber melihat potensi *blockchain* sebagai teknologi pendukung transparansi dan efisiensi pembayaran lelang. Dari sisi otoritas sistem pembayaran, Bank Indonesia menekankan bahwa elemen *programmability* pada *blockchain* sejalan dengan arah kebijakan Digital Rupiah:

"Smart contracts memungkinkan proses escrow berjalan otomatis. Ini relevan dengan konsep programmable money dalam pengembangan Digital Rupiah,".

Pandangan ini konsisten dengan literatur yang menyebutkan bahwa *programmable smart payments* meningkatkan efisiensi transaksi multipihak (Ge, 2021; Mridul et al., 2024).

Dari sisi penyelenggara lelang, DJKN menilai bahwa *blockchain* dapat mengurangi beban administrasi, terutama dalam pengembalian uang jaminan yang selama ini memakan waktu:

"Kalau pengembalian itu bisa otomatis tanpa verifikasi manual, beban kita akan jauh berkurang. Smart contracts bisa menutup celah keterlambatan yang sering dikeluhkan peserta,".

Temuan ini mendukung teori Kemmoe et al. (2020) yang menyatakan bahwa *smart contracts* efektif mengotomatisasi proses transaksi kompleks dan mengurangi human error.

Sementara itu, Indodax menambahkan bahwa auditabilitas *blockchain* cocok untuk penerimaan negara:

"Jejak transaksi tidak bisa diubah. Untuk sektor publik, ini membantu audit dan meminimalkan potensi dispute,".

Temuan ini selaras dengan literatur Bhurgri et al. (2024) yang menegaskan kekuatan *blockchain* dalam menjamin integritas data.

4.3. Tantangan Regulasi dan Kepatuhan

Isu regulasi merupakan tantangan terbesar yang muncul dalam seluruh wawancara. Bappebti, sebagai regulator aset kripto, menegaskan bahwa *blockchain* berbeda dari cryptocurrency, tetapi sistem pembayaran pemerintah tetap harus berbasis rupiah:

..."Kita harus pisahkan antara teknologinya dan asetnya. Blockchain itu bisa, tapi pembayaran negara tetap wajib rupiah,"....

Pernyataan ini secara langsung berkaitan dengan literatur Zhao et al. (2020) mengenai kebutuhan fitur privasi dan kepatuhan ketika teknologi *blockchain* masuk ranah publik.

Dari sisi BI, risiko kepatuhan juga menjadi fokus:

..."Sebelum masuk sistem pembayaran pemerintah, harus ada pengaturan model governance dan kontrol risikonya. Tidak bisa langsung mengadopsi model publik blockchain,"...

Dalam teori, isu ini sejalan dengan Adler dan Quintyne-Collins (2019) yang menyatakan bahwa desain *decentralized payment* harus memperhatikan *risk governance* dan kerangka peraturan domestik.

DJKN juga menyoroti bahwa Peraturan Menteri Keuangan yang berlaku masih mengharuskan pembayaran lelang dilakukan melalui rekening bank pemerintah:

"Secara legal kita belum bisa menerima pembayaran yang tidak melalui rekening perbankan. Jadi integrasi harus tetap memakai rupiah,"...

Ini sesuai dengan kondisi di banyak negara, seperti Thailand. Menurut studi *Comptroller-General's Department* (CGD) Thailand tahun 2023, yang mengadopsi *blockchain* hanya pada proses verifikasi dan penawaran, sementara penyelesaian pembayaran tetap lewat bank.

4. 4. Kesiapan Sosial dan Literasi Digital

Para narasumber menilai bahwa adopsi *blockchain* bukan hanya soal teknologi, tetapi juga kesiapan masyarakat. DJKN menyoroti bahwa peserta lelang berasal dari masyarakat umum, sehingga literasi teknologi menjadi isu penting:

...*"Tidak semua peserta lelang paham istilah wallet, private key, dan transaksi blockchain. Kalau terlalu rumit, justru menghambat partisipasi," ...*

Pandangan ini diperkuat oleh Bappebti, yang menekankan tingginya risiko misinformasi di masyarakat:

"Literasi kripto masih rendah. Banyak yang hanya tahu sisi investasinya, tapi tidak mengerti risikonya. Ini harus jadi pertimbangan dalam adopsi teknologi baru," ...

Dalam literatur, tantangan literasi digital juga menjadi isu utama yang memengaruhi kecepatan adopsi teknologi *blockchain* di sektor publik (Pradhan et al., 2023; Shahrukh et al., 2023).

Indodax mengonfirmasi isu ini dari sisi industri:

...*"Bagi user baru, hal yang paling sulit adalah manajemen private key. Kalau ini diterapkan pada sistem lelang, desain UI/UX harus sangat sederhana," ...*

Dengan demikian, temuan lapangan menunjukkan bahwa kesiapan sosial menjadi faktor penentu, sejalan dengan temuan internasional terkait adopsi teknologi publik (*technology acceptance model*).

Berikut ringkasan keterkaitan antara temuan wawancara dengan teori yang ada:

Tema	Temuan Wawancara	DukunganTeoritik
Potensi Teknologi	<i>Smart contracts</i> mengurangi verifikasi manual, meningkatkan efisiensi	Kemmoe et al. (2020); Ge (2021); Mridul et al. (2024)
Regulasi dan Kepatuhan	Pembayaran tetap harus berbasis rupiah; <i>blockchain</i> boleh digunakan sebagai infrastruktur	Adler & Quintyne-Collins (2019); Zhao et al. (2020)
Kesiapan Sosial dan Literasi	Kekhawatiran publik akan kerumitan <i>wallet</i> dan <i>private key</i>	Pradhan et al. (2023); Shahrukh et al. (2023)

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa potensi *blockchain* dalam pembayaran lelang cukup besar, terutama untuk efisiensi, keamanan, dan transparansi. Namun, tantangan regulasi dan pemahaman masyarakat masih perlu disiapkan. Temuan ini mendukung arah pengembangan model konseptual yang mengintegrasikan *blockchain* sebagai pencatat transaksi (*ledger*) dan *smart contracts* untuk otomasi proses, sementara settlement tetap menggunakan rupiah melalui sistem perbankan atau Bank Indonesia. Dengan demikian, model hibrid menjadi solusi yang paling realistis untuk konteks Indonesia.

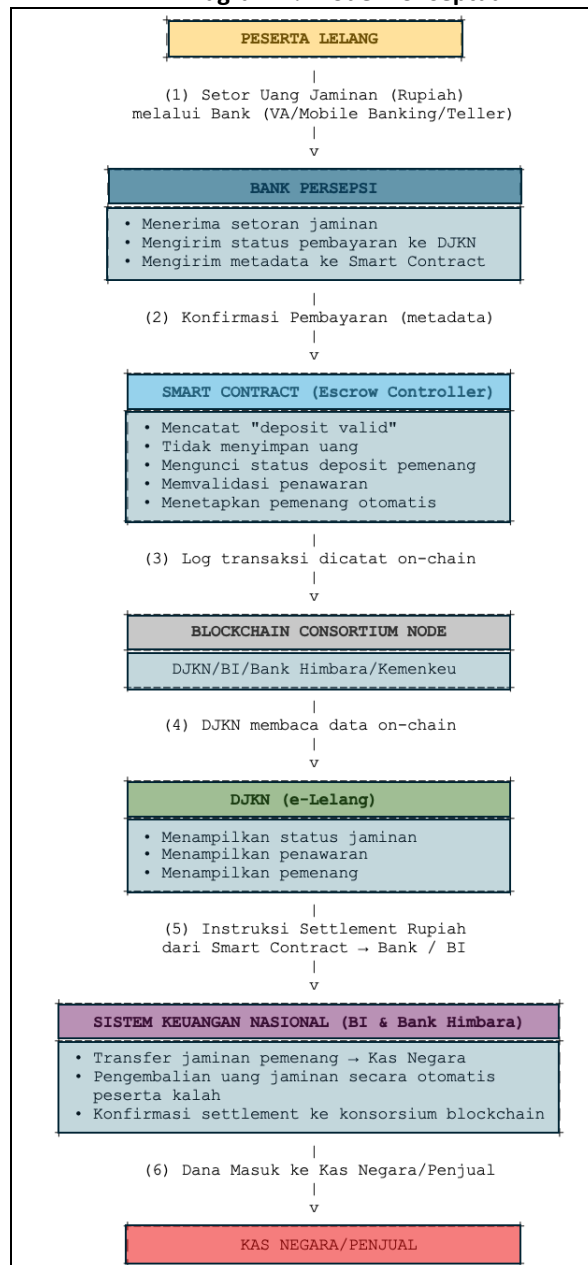
4.5. Model Konseptual yang Ditawarkan

Untuk menjawab peluang dan tantangan tersebut, penelitian ini menawarkan model konseptual sistem pembayaran lelang berbasis *blockchain* sebagai mana diagram 1. Dalam model ini, *blockchain* tidak pernah menyimpan dana, dan peserta lelang tidak pernah menyetor uang jaminan ke *wallet blockchain*. Seluruh dana disetor dan diselesaikan melalui sistem perbankan nasional (Bank Persepsi). *Smart contracts* hanya mengelola *status*, *logika*, dan *audit trail* transaksi, sementara fungsi penyimpanan dan pemindahan dana tetap menjadi kewenangan perbankan sesuai peraturan sistem pembayaran.

Langkah 1, Peserta lelang menyetorkan uang jaminan. Pada tahap awal, peserta lelang diwajibkan melakukan setoran uang jaminan sebagai syarat mengikuti lelang. Setoran ini dilakukan melalui sistem perbankan nasional, baik menggunakan Virtual Account (VA), mobile banking, ATM, maupun teller. Seluruh proses pembayaran berlangsung sepenuhnya dalam ekosistem perbankan dan menggunakan mata uang rupiah, sehingga tetap sesuai dengan ketentuan sistem pembayaran nasional dan peraturan perbankan.

Langkah 2, bank mengirimkan konfirmasi pembayaran (metadata). Setelah bank menerima pembayaran jaminan, sistem perbankan melakukan verifikasi transaksi dan kemudian mengirimkan metadata pembayaran kepada DJKN dan *smart contracts*. Metadata ini meliputi informasi seperti ID peserta, nomor VA, waktu pembayaran, dan status pembayaran. Perlu ditegaskan bahwa yang dikirim bukan dana rupiah, melainkan hanya status pembayaran, sehingga bank tetap menjadi pihak yang menyimpan dana.

Diagram 1. Model Konseptual



Sumber: diolah penulis

Langkah 3, *smart contracts* mencatat Log Transaksi ke *Blockchain*. *Smart contracts* berperan sebagai *escrow controller* yang mencatat status deposit ke *blockchain* konsorsium. *Smart contracts* selanjutnya melakukan proses:

- menandai penyetoran uang sebagai “valid”;
- mengunci uang jaminan peserta pemenang;
- memvalidasi penawaran yang masuk, dan
- menetapkan pemenang secara otomatis sesuai parameter yang telah diprogram.

Catatan transaksi ditempatkan *on-chain*, sehingga menjadi bukti yang tidak dapat diubah (*immutable*).

Langkah 4, DJKN membaca data on-chain dari *blockchain* konsorsium. Node *blockchain* konsorsium yang terdiri dari DJKN, Bank Indonesia, dan bank pemerintah menyimpan catatan transaksi secara terdistribusi. Pada tahap ini, DJKN membaca data on-chain untuk memperoleh status terbaru mengenai:

- validitas deposit;
- penawaran yang terjadi, dan
- hasil penetapan pemenang oleh *smart contracts*

Informasi ini kemudian digunakan untuk menampilkan status terkini kepada peserta lelang.

Langkah 5, DJKN mengirim instruksi *settlement* rupiah kepada sistem perbankan. Setelah pemenang ditetapkan oleh *smart contracts*, DJKN meneruskan instruksi *settlement* kepada sistem perbankan (bank persepsi). Instruksi ini mencakup:

- permintaan transfer jaminan peserta pemenang ke Kas Negara;
- perintah pengembalian uang jaminan otomatis kepada peserta yang kalah, dan
- metadata yang diperlukan untuk proses penyelesaian transaksi.

Smart contracts hanya menghasilkan status dan event, sementara eksekusi finansial tetap dilakukan oleh DJKN dan perbankan nasional.

Langkah 6, dana masuk ke kas negara atau penjual. Uang jaminan pemenang dipindahkan ke kas negara atau penjual. Peserta kalah menerima pengembalian uang jaminan. Selanjutnya bank mengirimkan konfirmasi *settlement* kembali ke *node blockchain*. Dana yang masuk ke Kas Negara kemudian dicatat sebagai penerimaan negara.

4.6. Analisis Perbandingan

Praktik internasional menunjukkan bahwa penerapan *blockchain* dalam sistem lelang bukan lagi sekadar konsep, melainkan sudah diimplementasikan di beberapa negara. Thailand, misalnya, melalui CGD di bawah Kementerian Keuangan, sejak April 2023 telah meluncurkan sistem *e-auction* berbasis *blockchain* untuk pengadaan pemerintah. Dalam model ini, harga penawaran peserta dienkripsi sehingga tidak dapat diakses hingga proses lelang ditutup. Selanjutnya, informasi penawaran secara otomatis dikirim ke Krungthai Bank sebagai mitra penyelesaian transaksi. Mekanisme tersebut tidak hanya meningkatkan transparansi, tetapi juga memperkuat keadilan dan kepercayaan publik karena mengurangi kemungkinan manipulasi data penawaran.

Selain Thailand, beberapa negara lain juga telah mengeksplorasi pemanfaatan *blockchain* dalam proses lelang dan pengadaan. Uni Emirat Arab, misalnya, mengembangkan platform berbasis *blockchain* untuk pengadaan publik sebagai bagian dari inisiatif Smart Dubai. Korea Selatan melalui *Public Procurement Service* (PPS) menguji coba *blockchain* untuk meningkatkan efisiensi proses tender pemerintah. Praktik-praktik ini menunjukkan bahwa *blockchain* dapat menjadi solusi dalam menghadapi isu klasik pengadaan publik, seperti korupsi, kolusi, serta keterlambatan pembayaran.

Jika dibandingkan dengan kondisi di Indonesia, sistem lelang saat ini memang telah terintegrasi secara daring melalui platform e-Lelang DJKN, namun masih bergantung penuh pada mekanisme perbankan secara terpusat. Transparansi sebatas pada proses penawaran dan hasil akhir lelang, sedangkan aliran dana dan validasi pembayaran tidak dapat diakses secara *real-time* oleh publik. Dari perspektif global, posisi Indonesia tertinggal dalam adopsi *blockchain* pada sistem lelang, padahal tantangan yang dihadapi relatif serupa, seperti kebutuhan akan keadilan, transparansi, dan efisiensi.

Dengan demikian, analisis perbandingan ini menegaskan bahwa penerapan *blockchain* dalam sistem pembayaran lelang bukanlah sesuatu yang mustahil. Praktik di Thailand dan negara lain dapat menjadi benchmark bagi Indonesia untuk merancang model hibrid: mengintegrasikan teknologi *blockchain* dalam pencatatan transaksi dan *smart contracts*, sambil tetap menjaga kepatuhan terhadap regulasi nasional yang mewajibkan penggunaan rupiah sebagai instrumen pembayaran resmi.

5. KESIMPULAN

Sistem pembayaran lelang di Indonesia saat ini masih terpusat pada mekanisme perbankan, yang meskipun aman, memiliki keterbatasan dalam transparansi dan efisiensi. Penerapan *blockchain* dengan *smart contracts* berpotensi meningkatkan otomatisasi, keamanan, dan transparansi proses lelang, termasuk validasi penawaran, penetapan pemenang, dan eksekusi pembayaran. Praktik internasional, seperti Thailand, Uni Emirat Arab, dan Korea Selatan, menunjukkan bahwa integrasi *blockchain* dalam lelang pemerintah dapat memperkuat kepercayaan publik dan akuntabilitas.

Model konseptual yang diusulkan, yaitu menggabungkan *blockchain* dengan pembayaran berbasis rupiah melalui konsorsium institusi negara dapat menjadi langkah strategis bagi Indonesia untuk memperkuat tata kelola fiskal dan mendukung transformasi digital sistem lelang. Keberhasilan implementasi memerlukan kesiapan regulasi, infrastruktur teknologi, dan literasi digital peserta lelang.

6. REKOMENDASI KEBIJAKAN BERDASARKAN PEMANGKU KEPENTINGAN

6.1. Direktorat Jenderal Kekayaan Negara (DJKN)

Sebagai penyelenggara lelang, DJKN perlu memimpin integrasi sistem dengan teknologi *blockchain* dengan cara:

1. Membangun prototipe internal dan menguji integrasi *smart contracts* dengan sistem e-Lelang tanpa mengganggu layanan lelang.
2. Menyusun standar proses bisnis berbasis *blockchain*:
 - standar verifikasi deposit,
 - pencatatan penawaran, dan
 - logika penetapan pemenang.
3. Mengembangkan *middleware/API gateway* untuk menghubungkan sistem DJKN dengan *node blockchain* dan sistem perbankan.
4. Meningkatkan kapasitas SDM teknis dan analisis kebijakan melalui pelatihan *blockchain*, *smart contracts*, dan keamanan siber.
5. Memperkuat aspek audit digital dengan menyiapkan pedoman audit atas log transaksi *on-chain*.

6.2. Bank Indonesia (BI)

Sebagai otoritas sistem pembayaran, BI perlu memberikan kerangka regulasi yang memungkinkan penggunaan *blockchain* secara aman dan tetap patuh aturan, melalui:

1. Menerbitkan pedoman teknis penggunaan *blockchain* untuk PNBP dan lelang negara agar lembaga pemerintah memiliki kepastian hukum.
2. Mendorong interoperabilitas antara perbankan dan *smart contracts* melalui standar API untuk *payment status notification*.
3. Menilai dampak risiko sistemik terutama terkait keamanan, privasi, dan ketersediaan sistem pembayaran.
4. Mengawasi implementasi *hybrid architecture* sehingga seluruh transaksi rupiah tetap berada di sistem perbankan.

6.3. Perbankan Pemerintah

Bank adalah pihak yang memegang dan memindahkan dana, sehingga integrasinya wajib kuat dan aman yang dilakukan melalui:

1. Mengembangkan modul notifikasi pembayaran otomatis (metadata push) untuk mengirim status deposit ke DJKN dan *smart contracts*.
2. Menyediakan akses node atau *secure interface* sehingga bank dapat menjadi bagian dari konsorsium *blockchain* pemerintah.
3. Menyusun SOP pengembalian uang jaminan dan settlement otomatis yang terpicu dari event *smart contracts*.
4. Memperkuat keamanan API untuk mencegah manipulasi data pembayaran.

6.4. Kementerian Keuangan

Kementerian Keuangan berperan sebagai pemilik kewenangan penerimaan negara (PNBP) dan kas negara berperan:

1. Menyusun kebijakan integrasi *blockchain* untuk layanan PNBP sebagai payung hukum operasional.
2. Mengatur skema pencatatan pelunasan ke Kas Negara berbasis metadata *blockchain* agar standar pelaporan lebih transparan dan *real-time*.
3. Menginisiasi konsorsium *blockchain* pemerintah melibatkan DJKN, BI, dan perbankan.
4. Menetapkan standar audit penerimaan negara berbasis log *immutable*.

6.5. Bappebti / OJK

1. Mengatur batasan penggunaan *smart contracts* dalam layanan pemerintah agar tidak disalahartikan sebagai transaksi aset kripto.
2. Menetapkan standar keamanan *smart contracts* melalui audit pihak ketiga.

6.6. Peserta Lelang / Publik

Publik adalah pengguna sistem, sehingga peningkatan literasi dan akseptabilitas menjadi penting, hal ini dapat ditingkatkan dengan:

1. Sosialisasi manfaat *blockchain* terutama peningkatan transparansi dan pengurangan manipulasi penawaran.
2. Penyediaan panduan digital yang menjelaskan alur uang jaminan, penawaran lelang, penetapan pemenang dan pengembalian uang jaminan.
3. Mendukung autentikasi multi-faktor untuk menjaga keamanan identitas peserta.

6.7. Penyedia Teknologi/Developer *Smart contracts*

Bekerja sama dengan DJKN melakukan kolaborasi dengan:

1. Membangun *smart contracts* modular yang mudah diuji, dipelihara, dan diaudit.
2. Melakukan audit *smart contracts* secara berkala oleh auditor independen.
3. Menyediakan dashboard monitoring *on-chain* untuk DJKN, BI, dan bank pemerintah.

Dengan pembagian peran yang jelas, implementasi *blockchain* pada lelang pemerintah dapat berjalan efisien, aman, dan patuh hukum.

7. IMPLIKASI DAN KETERBATASAN

7.1. Implikasi

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting baik secara teoritis maupun praktis. Pertama, secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur mengenai transformasi digital pada sistem pembayaran publik, khususnya lelang pemerintah, dengan menekankan potensi *blockchain* sebagai instrumen untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, dan akuntabilitas. Model konseptual yang ditawarkan dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam mengembangkan kerangka hibrid antara sistem pembayaran tradisional berbasis perbankan dan teknologi *blockchain*.

Kedua, secara praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi kepada para pembuat kebijakan, khususnya Kementerian Keuangan dan Bank Indonesia, untuk mempertimbangkan integrasi *blockchain* dalam tata kelola pembayaran lelang. Penerapan *smart contracts* dapat meminimalisasi risiko administratif, mempercepat proses penyelesaian transaksi, serta meningkatkan kepercayaan publik. Bagi lembaga keuangan dan industri teknologi, hasil penelitian ini juga membuka peluang kolaborasi dalam membangun infrastruktur pembayaran digital yang lebih inklusif dan adaptif terhadap perkembangan global.

7.2. Keterbatasan

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Pertama, pendekatan yang digunakan bersifat kualitatif eksploratif dengan jumlah narasumber terbatas (empat institusi kunci). Oleh karena itu, temuan penelitian ini belum dapat digeneralisasi secara luas untuk seluruh pemangku kepentingan. Kedua, penelitian ini masih bersifat konseptual sehingga belum menguji implementasi sistem pembayaran lelang berbasis *blockchain* dalam praktik nyata. Dengan demikian, potensi efisiensi maupun tantangan teknis yang diidentifikasi belum terukur secara kuantitatif.

Selain itu, keterbatasan juga terdapat pada aspek regulasi yang sedang berkembang. Perubahan kebijakan, khususnya terkait *Central Bank Digital Currency* (CBDC) Digital Rupiah dan aturan Bappebti, dapat memengaruhi relevansi model konseptual yang ditawarkan. Faktor literasi digital masyarakat juga belum dieksplorasi secara mendalam, padahal menjadi elemen penting dalam keberhasilan implementasi.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan studi kuantitatif atau studi kasus implementasi *pilot project blockchain* dalam sistem lelang pemerintah. Selain itu, kajian komparatif lintas negara yang lebih mendalam juga perlu dilakukan untuk memperkaya perspektif adopsi dan mitigasi risiko.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi Bakri, R., Fitriawan, H., & Fordha Nama, G. (2013). *Sistem Lelang Online Berbasis Web* (Vol. 7, Issue 3).
- Adler, J., & Quintyne-Collins, M. (2019). Building scalable decentralized payment systems. *ArXiv Preprint ArXiv:1904.06441*.
- Amini, H., Bichuch, M., & Feinstein, Z. (2023). Decentralized payment clearing using *blockchain* and optimal bidding. *European Journal of Operational Research*, 309(1), 409–420.
- Bhurgri, S. S., Ali, N. I., Korejo, I. A., & Brohi, I. A. (2024). Enhancing security and confidentiality in decentralized payment system based on *blockchain* technology. *Asian Bull. Big Data Manag*, 4(1), 4.
- Eyo-Udo, N. L., Agho, M. O., Onukwulu, E. C., Sule, A. K., Azubuike, C., Nigeria, L., & Nigeria, P. (2024). Advances in *blockchain* solutions for secure and efficient cross-border payment systems. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, 9(12), 536–563.
- Ge, X. (2021). Smart payment contract mechanism based on *blockchain* smart contracts mechanism. *Scientific Programming*, 2021(1), 3988070.
- Hasti, N., & Tenrysau, I. (2017). Sistem Informasi Pelelangan Online Pada PT. Balai Lelang Bandung. *Ultima InfoSys: Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 8(2), 95–100.
- Hosp, D. J., Hoenisch, T., & Kittiwongsunthorn, P. (2018). Comit-cryptographically-secure off-chain multi-asset instant transaction network. *ArXiv Preprint ArXiv:1810.02174*.
- Janssen, M., & Moldovanu, B. (2004). *Allocation Mechanisms and Post-Allocation Interaction*.
- Kemmoe, V. Y., Stone, W., Kim, J., Kim, D., & Son, J. (2020). Recent Advances in Smart contractss: A Technical Overview and State of the Art. *IEEE Access*, 8, 117782–117801. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3005020>
- Mridul, M. A., Chang, K., Gupta, A., & Seneviratne, O. (2024). Smart contractss, smarter payments: Innovating cross border payments and reporting transactions. *2024 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFEr)*, 1–8.
- Müller, R. (2001). Auctions—the big winner among trading mechanisms for the internet economy. In *Lectures in E-Commerce* (pp. 123–147). Springer.
- Novita, D., Qibthiah, I. M., & Muis, A. (2022). Implementation of Online Auction Services (E-Auction) at Kantor Pelayanan Kekayaan Negara Dan Lelang (KPKNL) Bekasi City. *Jurnal Kybernan*, 13(1).
- Pradhan, N. R., Singh, A. P., Sudha, S. V., Reddy, K. H. K., & Roy, D. S. (2023). Performance evaluation and cyberattack mitigation in a *blockchain*-enabled peer-to-peer energy trading framework. *Sensors*, 23(2), 670.
- Shahrukh, R. H., Rahman, T., & Mansoor, N. (2023). Aid nexus: A *blockchain*-based financial distribution system. *World Conference on Information Systems and Technologies*, 131–144.
- Sudiarto, S., Kurniawan, K., & Hirsanuddin, H. (2021). Kedudukan Akta Risalah Lelang Sebagai Bukti Peralihan Hak Milik Atas Tanah Bagi Warga Negara Asing. *Jatiswara*, 36(2), 149–162.
- Tista, A. (2013). Perkembangan Sistem Lelang Di Indonesia. *Al Adl Jurnal Hukum*, 5(10).
- Velasco, G. C., Vaz, N. A. P., & Carvalho, S. T. (2023). Challenges and opportunities in smart contracts development on the ethereum virtual machine: A systematic literature review. *Workshop Em Blockchain: Teoria, Tecnologias e Aplicações (WBlockchain)*, 15–28.
- Zaki, B. F. (2016). Kepastian Hukum Dalam Pelelangan Objek Hak Tanggungan Secara Online. *Fiat Justisia: Jurnal Ilmu Hukum*, 10(2).

Zhao, H., Bai, X., Zheng, S., & Wang, L. (2020). RZcoln: Ethereum-based decentralized payment with optional privacy service. *Entropy*, 22(7), 712.