

PENYELESAIAN SENGKETA *SMART CONTRACT* DALAM TEKNOLOGI *BLOCKCHAIN*

Husnul Khatimah

Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin
Jl. Adhyaksa No.2 Kayutangi, Banjarmasin

Correspondence

Email: husnul.khatimah003@gmail.com No. Telp:

Submitted : 6 July 2024

Accepted : 8 July 2024

Published : 17 July 2024

Abstrak

Teknologi *blockchain* dan *smart contract* telah membawa revolusi dalam cara transaksi dan kontrak dieksekusi secara digital. Namun, potensi sengketa masih dapat terjadi dalam pelaksanaan *smart contract*, membutuhkan mekanisme penyelesaian sengketa yang efektif dan sesuai dengan prinsip-prinsip hukum perdata. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai mekanisme penyelesaian sengketa *smart contract*, baik litigasi maupun non-litigasi, serta mengevaluasi efektivitas dan kesesuaiannya dengan prinsip-prinsip hukum perdata. Selain itu, penelitian ini juga mengeksplorasi tantangan dan peluang dalam pengembangan kerangka hukum yang adaptif dan responsif untuk mendukung penyelesaian sengketa *smart contract* secara adil dan efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme litigasi melalui pengadilan, arbitrase, mediasi, serta pendekatan *on-chain* dan *hybrid* memiliki potensi dalam penyelesaian sengketa *smart contract*, namun menghadapi tantangan seperti masalah yurisdiksi, penegakan putusan, keamanan, dan kepastian hukum. Diperlukan kerangka hukum yang komprehensif untuk mengatur aspek-aspek tersebut, serta upaya harmonisasi regulasi di tingkat nasional dan internasional. Penelitian lebih lanjut juga disarankan untuk mengeksplorasi solusi inovatif, seperti integrasi kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dalam proses penyelesaian sengketa.

Kata kunci: *blockchain*, *smart contract*, penyelesaian sengketa

PENDAHULUAN

Blockchain merupakan teknologi yang revolusioner dalam mencatat dan menyimpan data transaksi secara terdistribusi dan terdesentralisasi. *Blockchain* terdiri dari rangkaian blok yang saling terhubung dan mengandung data transaksi yang dienkripsi serta disahkan oleh jaringan *node*¹. Salah satu fitur utama *blockchain* adalah sifat immutability atau ketidakbisaan untuk diubah, yang menjamin integritas dan transparansi data transaksi².

Smart contract, yang diperkenalkan oleh Nick Szabo pada tahun 1994, adalah program komputer yang berjalan diatas *blockchain* dan dirancang untuk memfasilitasi, memverifikasi, dan mengeksekusi kontrak secara otomatis sesuai dengan kondisi yang telah

¹ Zheng et al., *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*.

² Tasca and Tessone, "A Taxonomy of Blockchain Technologies: Principles of Identification and Classification."

ditentukan³. *Smart contract* memungkinkan pelaksanaan perjanjian tanpa campur tangan pihak ketiga, sehingga menjanjikan efisiensi, transparansi, dan kepastian dalam transaksi⁴.

Meskipun *smart contract* dirancang untuk memberikan kepastian dalam pelaksanaan kontrak, namun potensi sengketa masih dapat terjadi. Ambiguitas dalam penulisan kode *smart contract* dapat menyebabkan interpretasi yang berbeda di antara para pihak, sehingga memicu sengketa⁵. Kesalahan pemrograman dalam kode *smart contract* juga dapat mengakibatkan kegagalan dalam pelaksanaan kontrak dan menimbulkan kerugian bagi para pihak⁶. Selain itu, kondisi yang tidak terduga atau *force majeure* dapat menyebabkan pelaksanaan *smart contract* menjadi tidak sesuai dengan kehendak para pihak⁷.

Sifat desentralisasi dan immutability *blockchain* menjadikan penyelesaian sengketa *smart contract* lebih kompleks dibandingkan dengan kontrak konvensional. Tidak adanya otoritas terpusat dalam jaringan *blockchain* membuat penerapan putusan dari lembaga peradilan atau arbitrase menjadi sulit dilakukan⁸. Selain itu, sifat *immutable* atau tidak bisa mengubah data transaksi yang telah tervalidasi di *blockchain* dapat menghalangi upaya penegakan putusan yang bertentangan dengan data tersebut⁹.

Mekanisme penyelesaian sengketa tradisional, seperti litigasi melalui pengadilan atau arbitrase, seringkali tidak sesuai dengan karakteristik *blockchain* yang terdesentralisasi dan tidak memiliki otoritas terpusat¹⁰. Pengadilan atau lembaga arbitrase konvensional mungkin tidak memiliki yurisdiksi atau kewenangan untuk menerapkan putusan pada jaringan *blockchain* yang bersifat global dan tanpa batas wilayah geografis¹¹.

Mengingat keterbatasan mekanisme penyelesaian sengketa tradisional, upaya telah dilakukan untuk mengembangkan metode penyelesaian sengketa yang lebih sesuai dengan sifat *blockchain* dan *smart contract*. Salah satu pendekatan yang diusulkan adalah menggunakan mekanisme penyelesaian sengketa *on-chain*, di mana proses penyelesaian sengketa

³ Giancaspro, "Is a 'Smart Contract' Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective."

⁴ Xu et al., *The Blockchain as a Software Connector*.

⁵ Giancaspro, "Is a 'Smart Contract' Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective."

⁶ Christidis and Devetsikiotis, "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things."

⁷ Xu et al., *The Blockchain as a Software Connector*.

⁸ Raskin, "THE LAW AND LEGALITY OF SMART CONTRACTS."

⁹ Wang et al., "Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey."

¹⁰ Cannarsa, "Interpretation of Contracts and Smart Contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?"

¹¹ Yeoh, "Regulatory Issues in Blockchain Technology."

diintegrasikan ke dalam jaringan *blockchain* melalui *smart contract* tertentu¹². Pendekatan ini memungkinkan penyelesaian sengketa secara terdesentralisasi dan transparan, namun tantangannya adalah memastikan keamanan, kerahasiaan, dan penegakan putusan.

Selain itu, beberapa peneliti juga mengusulkan penggunaan mekanisme hybrid yang menggabungkan aspek *on-chain* dan *off-chain*¹³. Dalam pendekatan ini, sebagian proses penyelesaian sengketa dilakukan di luar *blockchain* (*off-chain*) melalui lembaga arbitrase atau mediasi, namun hasilnya tetap dicatat dan divalidasi di dalam *blockchain* (*on-chain*). Pendekatan hybrid ini diharapkan dapat memberikan fleksibilitas dan efisiensi dalam penyelesaian sengketa, sambil tetap menjaga transparansi dan kepastian hukum.

Meskipun upaya pengembangan metode penyelesaian sengketa *smart contract* terus dilakukan, masih terdapat tantangan signifikan yang harus dihadapi. Salah satu tantangan utama adalah masalah keamanan, terutama terkait risiko serangan siber dan eksploitasi kerentanan dalam sistem *blockchain* dan *smart contract*¹⁴. Keamanan sistem *blockchain* dan *smart contract* sangat penting untuk memastikan integritas data dan keandalan pelaksanaan kontrak, sehingga harus menjadi pertimbangan utama dalam pengembangan mekanisme penyelesaian sengketa.

Selain itu, kepastian hukum juga menjadi tantangan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Ketidakpastian mengenai status hukum dan kekuatan mengikat *smart contract*, serta kurangnya yurisdiksi yang jelas dalam konteks transaksi lintas batas, dapat menghambat upaya penegakan dan penyelesaian sengketa¹⁵. Penerapan prinsip-prinsip hukum perdata, seperti itikad baik, keadilan, dan perlindungan hak-hak para pihak, juga perlu diperhatikan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*.

Tantangan lain yang tidak kalah pentingnya adalah penegakan putusan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Sifat terdesentralisasi dan immutability *blockchain* dapat menyulitkan penegakan putusan dari lembaga peradilan atau arbitrase konvensional¹⁶.

¹² Wang et al., “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey.”

¹³ Cannarsa, “Interpretation of Contracts and Smart Contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?”

¹⁴ Werbach and Cornell, “Contracts: Ex Machina.”

¹⁵ Szczerbowski, “Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation.”

¹⁶ Wang et al., “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey.”

Diperlukan mekanisme yang efektif untuk memastikan bahwa putusan dalam penyelesaian sengketa *smart contract* dapat diimplementasikan secara praktis dalam jaringan *blockchain*.

Mengingat tantangan-tantangan tersebut, serta perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract* yang terus berkembang pesat, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan kerangka hukum yang adaptif dan responsif. Kerangka hukum harus mampu mengakomodasi sifat unik teknologi *blockchain* dan *smart contract*, serta memberikan kepastian dan perlindungan hukum yang memadai bagi para pihak yang terlibat dalam transaksi dan kontrak berbasis *blockchain*¹⁷. Kerangka hukum ini harus responsif terhadap perubahan dan inovasi dalam teknologi *blockchain* dan *smart contract*, sehingga dapat menjamin penyelesaian sengketa yang adil, efisien, dan sesuai dengan prinsip-prinsip hukum perdata.

Perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract* yang pesat memunculkan tantangan baru dalam penyelesaian sengketa kontrak digital. Sifat desentralisasi dan immutability *blockchain* menyulitkan penerapan mekanisme penyelesaian sengketa tradisional, sementara upaya pengembangan metode baru masih menghadapi kendala dalam hal keamanan, kepastian hukum, dan penegakan putusan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai mekanisme penyelesaian sengketa *smart contract* yang ada, baik litigasi maupun non-litigasi, serta mengevaluasi efektivitas dan kesesuaiannya dengan prinsip-prinsip hukum perdata. Selanjutnya, penelitian ini juga akan mengeksplorasi tantangan dan peluang dalam menyusun kerangka hukum yang adaptif dan responsif guna mendukung penyelesaian sengketa *smart contract* secara adil dan efisien, sehingga dapat memberikan kepastian dan perlindungan hukum bagi para pihak yang terlibat dalam transaksi *blockchain*.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana mekanisme penyelesaian sengketa *smart contract* ?
2. Apa tantangan dan peluang dalam pengembangan kerangka hukum dalam *blockchain* ?

¹⁷ Cuccuru, “Beyond Bitcoin: An Early Overview on Smart Contracts.”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode kepustakaan (library research). Pendekatan kualitatif dipilih untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang penyelesaian sengketa *smart contract* dalam teknologi *blockchain*, khususnya dalam konteks hukum perdata. Metode kepustakaan dipandang sesuai dengan tujuan penelitian ini, yang berfokus pada analisis dan evaluasi berbagai mekanisme penyelesaian sengketa serta eksplorasi tantangan dan peluang dalam pengembangan kerangka hukum yang relevan.

Sumber data dalam penelitian ini adalah bahan-bahan kepustakaan, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, serta sumber-sumber lain yang relevan dengan topik penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran dan penelaahan sumber-sumber tersebut secara sistematis dan komprehensif. Dalam melakukan analisis data, penelitian ini akan menggunakan teknik analisis isi (content analysis) dan analisis deskriptif kualitatif. Analisis isi akan digunakan untuk mengidentifikasi, mengkategorikan, dan menginterpretasikan informasi penting dari sumber-sumber data yang dikumpulkan. Sementara itu, analisis deskriptif kualitatif akan digunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan secara mendalam fenomena penyelesaian sengketa *smart contract* dalam teknologi *blockchain*, serta tantangan dan peluang yang terkait dengan pengembangan kerangka hukum yang sesuai.

Keabsahan data dalam penelitian ini akan dijaga melalui triangulasi sumber data, yaitu dengan menggunakan berbagai sumber data yang berasal dari jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan sumber-sumber terpercaya lainnya. Selain itu, penelitian ini juga akan memperhatikan aspek kredibilitas, transferabilitas, dependabilitas, dan konfirmabilitas dalam rangka menjamin kualitas dan keandalan temuan penelitian.

PEMBAHASAN

A. Mekanisme Penyelesaian Sengketa *Smart contract*

1. Mekanisme Litigasi

Mekanisme litigasi melalui pengadilan merupakan salah satu jalur penyelesaian sengketa *smart contract* yang sering dipertimbangkan. Pengadilan memiliki kewenangan untuk mengeluarkan putusan yang memiliki kekuatan hukum mengikat bagi para pihak

yang bersengketa. Namun, penerapan mekanisme ini dalam konteks sengketa *smart contract* menghadapi tantangan signifikan terkait dengan yurisdiksi dan penegakan putusan, serta kesesuaiannya dengan prinsip-prinsip hukum perdata. Salah satu tantangan utama dalam penyelesaian sengketa *smart contract* melalui pengadilan adalah masalah yurisdiksi. Mengingat sifat global dan lintas batas dari teknologi *blockchain*, seringkali sulit untuk menentukan yurisdiksi yang tepat untuk menangani sengketa tersebut¹⁸. Para pihak yang terlibat dalam transaksi *smart contract* dapat berasal dari berbagai negara dengan sistem hukum yang berbeda, sehingga menimbulkan pertanyaan mengenai pengadilan mana yang memiliki kewenangan untuk memutuskan sengketa tersebut.

Selain itu, penegakan putusan pengadilan dalam konteks *blockchain* dan *smart contract* juga merupakan tantangan tersendiri. Sifat desentralisasi dan immutability *blockchain* menyulitkan upaya penegakan putusan dari lembaga peradilan konvensional¹⁹. Putusan pengadilan yang bertentangan dengan data transaksi yang telah tervalidasi di *blockchain* dapat menyebabkan konflik dan ketidakpastian hukum. Meskipun demikian, mekanisme litigasi melalui pengadilan tetap memiliki relevansi dalam penyelesaian sengketa *smart contract*, terutama dalam konteks penegakan prinsip-prinsip hukum perdata. Prinsip-prinsip seperti itikad baik, keadilan, dan perlindungan hak-hak para pihak merupakan aspek penting yang harus dipertimbangkan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*.

Dalam kasus sengketa *smart contract*, pengadilan dapat berperan dalam menafsirkan dan menerapkan prinsip-prinsip hukum perdata tersebut. Misalnya, dalam kasus ambiguitas atau ketidakjelasan dalam kode *smart contract*, pengadilan dapat menafsirkan maksud dan tujuan kontrak berdasarkan prinsip itikad baik dan keadilan²⁰. Pengadilan juga dapat memberikan perlindungan hukum bagi pihak yang dirugikan akibat kesalahan pemrograman atau kondisi tak terduga dalam pelaksanaan *smart contract*. Selain itu, pengadilan juga dapat memastikan bahwa proses penyelesaian sengketa *smart contract* dilakukan dengan memperhatikan prinsip-prinsip hukum perdata, seperti hak untuk didengar, kesetaraan di depan hukum, dan *due process of law*²¹. Hal ini penting untuk menjamin keadilan dan kepastian hukum bagi para pihak yang terlibat dalam sengketa.

¹⁸ Yeoh, "Regulatory Issues in Blockchain Technology."

¹⁹ Wang et al., "Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey."

²⁰ Giancaspro, "Is a 'Smart Contract' Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective."

²¹ Szczerbowski, "Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation."

Meskipun demikian, penggunaan mekanisme litigasi melalui pengadilan dalam penyelesaian sengketa *smart contract* masih membutuhkan penyesuaian dan adaptasi agar dapat lebih efektif dan sesuai dengan karakteristik teknologi *blockchain*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pengembangan kerangka hukum dan regulasi yang spesifik untuk mengatur penyelesaian sengketa *smart contract*, termasuk ketentuan tentang yurisdiksi dan penegakan putusan. Selain itu, peningkatan kapasitas dan pemahaman hakim serta praktisi hukum tentang teknologi *blockchain* dan *smart contract* juga sangat penting. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa prinsip-prinsip hukum perdata dapat diterapkan secara tepat dalam konteks sengketa *smart contract*²². Dalam beberapa kasus, mekanisme litigasi melalui pengadilan mungkin tidak menjadi pilihan yang paling efektif atau sesuai dengan sifat teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Dalam situasi seperti itu, mekanisme alternatif seperti arbitrase atau penyelesaian sengketa *on-chain* dapat menjadi opsi yang lebih relevan, dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip hukum perdata.

2. Mekanisme Non-Litigasi

Mekanisme non-litigasi, seperti arbitrase dan mediasi, menawarkan alternatif penyelesaian sengketa di luar pengadilan yang dapat menjadi pilihan dalam konteks sengketa *smart contract*. Arbitrase merupakan proses penyelesaian sengketa di mana para pihak menyerahkan sengketa mereka kepada arbiter atau panel arbitrase yang memiliki kewenangan untuk membuat putusan yang mengikat secara hukum. Sementara itu, mediasi adalah proses penyelesaian sengketa di mana pihak ketiga yang netral (mediator) memfasilitasi negosiasi antara para pihak untuk mencapai penyelesaian yang disepakati bersama. Salah satu kelebihan utama mekanisme non-litigasi adalah fleksibilitas dan efisiensi dalam proses penyelesaian sengketa. Arbitrase dan mediasi seringkali lebih cepat, lebih murah, dan lebih rahasia dibandingkan dengan proses litigasi di pengadilan²³. Selain itu, para pihak juga memiliki kebebasan untuk memilih arbiter atau mediator yang memiliki keahlian khusus dalam bidang teknologi *blockchain* dan *smart contract*, sehingga memungkinkan penyelesaian sengketa yang lebih tepat dan berkualitas.

Namun, mekanisme non-litigasi juga memiliki beberapa kekurangan. Dalam konteks sengketa *smart contract*, salah satu tantangan utama adalah penegakan putusan arbitrase

²² Werbach and Cornell, “Contracts: Ex Machina.”

²³ Hansen, “Does the COVID-19 Outbreak Constitute a Force Majeure Event? A Pandemic Impact on Construction Contracts.”

atau kesepakatan mediasi. Seperti halnya putusan pengadilan, penegakan putusan arbitrase atau kesepakatan mediasi dalam jaringan *blockchain* yang terdesentralisasi dan *immutable* dapat menjadi masalah²⁴. Diperlukan mekanisme khusus untuk memastikan bahwa putusan atau kesepakatan tersebut dapat diterapkan secara efektif dalam pelaksanaan *smart contract*. Selain itu, terdapat kekhawatiran bahwa mekanisme non-litigasi, seperti arbitrase, mungkin tidak sepenuhnya mematuhi prinsip-prinsip hukum perdata seperti kesetaraan di depan hukum dan *due process of law*. Dalam beberapa kasus, proses arbitrase dapat kurang transparan dan akuntabel dibandingkan dengan proses pengadilan²⁵.

Meskipun demikian, mekanisme non-litigasi memiliki potensi untuk mematuhi prinsip-prinsip hukum perdata jika dilaksanakan dengan tepat. Dalam proses arbitrase, para pihak dapat menyepakati aturan prosedur yang memastikan kesetaraan di depan hukum, hak untuk didengar, dan *due process of law*. Selain itu, putusan arbitrase juga dapat didasarkan pada prinsip-prinsip hukum perdata, seperti itikad baik dan keadilan, seperti halnya putusan pengadilan²⁶. Dalam konteks mediasi, prinsip-prinsip hukum perdata juga dapat diakomodasi melalui peran aktif mediator dalam memastikan proses mediasi yang adil dan seimbang bagi para pihak. Mediator dapat memberikan penjelasan tentang hak-hak dan kewajiban para pihak berdasarkan prinsip-prinsip hukum perdata, sehingga kesepakatan yang dicapai tidak melanggar prinsip-prinsip tersebut.

Untuk mengoptimalkan potensi mekanisme non-litigasi dalam penyelesaian sengketa *smart contract*, diperlukan pengembangan kerangka hukum dan regulasi yang spesifik. Kerangka hukum ini harus memberikan kepastian hukum tentang status dan kekuatan mengikat putusan arbitrase atau kesepakatan mediasi dalam konteks *smart contract*, serta mekanisme penegakan yang efektif. Selain itu, peningkatan kapasitas dan keahlian arbiter, mediator, dan praktisi yang terlibat dalam penyelesaian sengketa *smart contract* juga menjadi faktor penting untuk memastikan kepatuhan terhadap prinsip-prinsip hukum perdata. Pemahaman yang mendalam tentang teknologi *blockchain*, *smart contract*, dan prinsip-prinsip hukum perdata akan memungkinkan penyelesaian sengketa yang adil, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan para pihak.

²⁴ Wang et al., “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey.”

²⁵ Szczerbowski, “Place of Smart Contracts in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation.”

²⁶ Giancaspro, “Is a ‘Smart Contract’ Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective.”

3. Mekanisme *On-chain* dan Off-Chain

Sejalan dengan perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract*, metode penyelesaian sengketa *on-chain* dan *off-chain* telah muncul sebagai alternatif yang menarik. Mekanisme *on-chain* mengintegrasikan proses penyelesaian sengketa kedalam jaringan *blockchain* melalui penggunaan *smart contract* khusus. Sementara itu, mekanisme *off-chain* melibatkan penyelesaian sengketa di luar jaringan *blockchain*, namun hasilnya dapat divalidasi dan dicatat dalam *blockchain*. Penyelesaian sengketa melalui *smart contract on-chain* menawarkan potensi untuk memastikan transparansi dan desentralisasi dalam proses penyelesaian sengketa. *Smart contract* dapat diprogram untuk mengeksekusi penyelesaian sengketa secara otomatis berdasarkan kondisi dan aturan yang telah ditentukan sebelumnya²⁷. Misalnya, *smart contract* dapat digunakan untuk menyelesaikan sengketa dengan cara membagi aset digital atau melakukan pengembalian dana secara otomatis sesuai dengan putusan yang telah ditetapkan.

Salah satu keunggulan utama mekanisme *on-chain* adalah transparansi yang tinggi karena seluruh proses dan hasil penyelesaian sengketa tercatat dalam *blockchain* yang bersifat terbuka dan tidak dapat diubah. Selain itu, desentralisasi dalam proses penyelesaian sengketa juga dapat mengurangi risiko intervensi pihak ketiga atau otoritas terpusat. Namun, mekanisme *on-chain* juga menghadapi tantangan dalam aspek keamanan dan penegakan putusan. Serangan siber dan eksploitasi kerentanan dalam *smart contract* dapat memengaruhi integritas dan keandalan proses penyelesaian sengketa²⁸. Selain itu, penegakan putusan dalam mekanisme *on-chain* masih membutuhkan mekanisme khusus untuk memastikan pelaksanaan yang efektif, terutama jika putusan melibatkan aset atau tindakan di luar jaringan *blockchain*.

Untuk mengatasi keterbatasan mekanisme *on-chain*, pendekatan hybrid yang menggabungkan aspek *on-chain* dan *off-chain* telah diusulkan. Dalam mekanisme hybrid, sebagian proses penyelesaian sengketa dilakukan di luar *blockchain* (*off-chain*) melalui arbitrase, mediasi, atau lembaga penyelesaian sengketa lainnya. Namun, hasilnya tetap dicatat dan divalidasi dalam *blockchain* (*on-chain*) untuk memastikan transparansi dan

²⁷ Giancaspro.

²⁸ Wang et al., "Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey."

desentralisasi²⁹. Pendekatan hybrid ini memungkinkan fleksibilitas dalam proses penyelesaian sengketa, sambil tetap memanfaatkan keunggulan transparansi dan desentralisasi *blockchain*. Misalnya, proses arbitrase atau mediasi dapat dilakukan secara off-chain dengan melibatkan arbiter atau mediator yang memiliki keahlian khusus dalam bidang teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Namun, putusan atau kesepakatan yang dihasilkan kemudian dicatat dan divalidasi dalam *blockchain* melalui *smart contract on-chain*.

Dalam konteks mekanisme *on-chain* dan hybrid, aspek keamanan menjadi sangat penting untuk menjamin integritas dan keandalan proses penyelesaian sengketa. Pengembangan *smart contract* yang aman dan terhindar dari kerentanan menjadi kunci untuk mencegah serangan siber dan eksploitasi yang dapat memengaruhi proses penyelesaian sengketa³⁰. Selain itu, transparansi dalam mekanisme *on-chain* juga harus dikelola dengan bijak untuk melindungi kerahasiaan informasi pihak-pihak yang bersengketa. Penggunaan teknik kriptografi dan enkripsi dapat membantu menjaga kerahasiaan informasi sensitif selama proses penyelesaian sengketa³¹.

Untuk memastikan penegakan putusan dalam mekanisme *on-chain* dan hybrid, diperlukan pengembangan kerangka hukum dan regulasi yang spesifik. Kerangka hukum ini harus mengakui status hukum putusan atau kesepakatan yang dihasilkan melalui mekanisme *on-chain* atau hybrid, serta menyediakan mekanisme penegakan yang efektif, baik di dalam maupun di luar jaringan *blockchain*. Dengan perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract* yang terus berlanjut, mekanisme *on-chain* dan hybrid memiliki potensi besar untuk menjadi solusi yang efektif dan inovatif dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Namun, keberhasilan implementasinya akan bergantung pada upaya untuk mengembangkan kerangka hukum yang memadai, meningkatkan keamanan dan transparansi, serta memastikan penegakan putusan yang efektif.

4. Studi Kasus dan Praktik Terbaik

²⁹ Cannarsa, “Interpretation of Contracts and Smart Contracts: Smart Interpretation or Interpretation of Smart Contracts?”

³⁰ Xu et al., *The Blockchain as a Software Connector*.

³¹ Wang et al., “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey.”

Untuk memahami lebih lanjut penerapan mekanisme penyelesaian sengketa *smart contract* dalam praktik, analisis studi kasus menjadi sangat penting. Studi kasus dapat memberikan gambaran nyata tentang tantangan dan solusi yang dihadapi dalam penyelesaian sengketa *smart contract*, serta membantu mengidentifikasi praktik terbaik yang dapat diadopsi. Salah satu studi kasus yang menarik adalah sengketa terkait proyek The DAO (Decentralized Autonomous Organization) pada tahun 2016. The DAO merupakan sebuah organisasi terdesentralisasi yang dibangun di atas *blockchain* Ethereum dan dikelola oleh *smart contract*. Namun, terjadi eksploitasi kerentanan dalam kode *smart contract* The DAO, yang mengakibatkan hilangnya dana sebesar 60 juta Ether (sekitar \$50 juta pada saat itu) ³².

Kasus ini memicu perdebatan yang intens dalam komunitas Ethereum mengenai langkah yang harus diambil untuk mengatasi masalah tersebut. Akhirnya, dilakukan *hard fork* (pemisahan rantai) pada *blockchain* Ethereum untuk mengembalikan dana yang hilang. Namun, keputusan ini memicu perpecahan dalam komunitas Ethereum, dengan sebagian anggota mempertahankan rantai lama yang kemudian dikenal sebagai Ethereum Classic. Studi kasus The DAO menunjukkan pentingnya pengujian dan audit keamanan yang ketat terhadap *smart contract* sebelum diimplementasikan. Selain itu, kasus ini juga menggarisbawahi perlunya mekanisme penyelesaian sengketa yang efektif dalam jaringan *blockchain*, termasuk kemungkinan untuk melakukan modifikasi atau pembaharuan *smart contract* dalam situasi tertentu.

Praktik terbaik lain yang dapat diidentifikasi dari berbagai studi kasus adalah pentingnya melibatkan pakar hukum dan teknologi dalam proses pengembangan *smart contract* dan mekanisme penyelesaian sengketa. Kolaborasi antara ahli hukum, programmer, dan pemangku kepentingan lainnya dapat membantu memastikan bahwa *smart contract* dirancang dengan mempertimbangkan aspek hukum dan kepatuhan terhadap prinsip-prinsip hukum perdata. Selain itu, penggunaan mekanisme arbitrase atau mediasi yang melibatkan arbiter atau mediator yang memiliki keahlian dalam bidang teknologi *blockchain* dan *smart contract* juga dapat menjadi praktik terbaik. Hal ini dapat membantu memastikan penyelesaian sengketa yang tepat dan sesuai dengan karakteristik unik teknologi *blockchain*.

³² Atzei, Bartoletti, and Cimoli, *A Survey of Attacks on Ethereum Smart Contracts (SoK)*.

Dari kasus-kasus sukses dan kegagalan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*, kita dapat mempelajari beberapa poin penting. Pertama, pentingnya memprioritaskan keamanan dan pengujian dalam pengembangan *smart contract* untuk mencegah kerentanan dan eksploitasi. Kedua, perlunya fleksibilitas dalam mekanisme penyelesaian sengketa untuk mengakomodasi situasi yang tidak terduga atau kondisi *force majeure*. Ketiga, kebutuhan untuk mengembangkan kerangka hukum dan regulasi yang adaptif dan responsif terhadap perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Pembelajaran dari studi kasus dan praktik terbaik ini dapat membantu dalam perumusan strategi dan pendekatan yang lebih efektif dalam penyelesaian sengketa *smart contract* di masa depan. Dengan mengambil pelajaran dari pengalaman nyata, kita dapat terus menyempurnakan mekanisme penyelesaian sengketa dan memastikan bahwa prinsip-prinsip hukum perdata tetap dijunjung dalam konteks teknologi *blockchain* yang terus berkembang.

B. Tantangan dan Peluang dalam Pengembangan Kerangka Hukum

1. Keamanan dan Privasi dalam Penyelesaian Sengketa

Salah satu tantangan utama dalam pengembangan kerangka hukum untuk penyelesaian sengketa *smart contract* adalah menjamin keamanan dan privasi. Teknologi *blockchain* dan *smart contract*, meskipun menawarkan keamanan yang tinggi melalui konsep desentralisasi dan enkripsi, tetap rentan terhadap serangan siber dan eksploitasi kerentanan. Serangan siber, seperti serangan Distributed Denial of Service (DDoS), dapat mengganggu jaringan *blockchain* dan mempengaruhi proses penyelesaian sengketa yang bergantung pada *smart contract*³³. Selain itu, eksploitasi kerentanan dalam kode *smart contract*, seperti yang terjadi dalam kasus The DAO, dapat memicu sengketa dan kerugian besar bagi para pihak yang terlibat³⁴.

Kerangka hukum yang dikembangkan harus mempertimbangkan aspek keamanan ini dan menyediakan mekanisme untuk memitigasi risiko serangan siber dan eksploitasi kerentanan. Hal ini dapat mencakup persyaratan keamanan yang ketat dalam pengembangan *smart contract*, prosedur audit dan pengujian yang komprehensif, serta pengaturan mengenai tanggung jawab dan ganti rugi dalam kasus eksploitasi kerentanan.

³³ Wang et al., "Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey."

³⁴ Atzei, Bartoletti, and Cimoli, *A Survey of Attacks on Ethereum Smart Contracts (SoK)*.

Selain keamanan, privasi dan perlindungan data juga menjadi aspek penting dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Meskipun *blockchain* menawarkan transparansi yang tinggi, namun informasi sensitif dan data pribadi pihak-pihak yang bersengketa harus dilindungi. Kerangka hukum harus memberikan pedoman yang jelas tentang bagaimana menjaga kerahasiaan informasi selama proses penyelesaian sengketa, termasuk penggunaan teknik kriptografi dan enkripsi yang tepat ³⁵.

2. Kepastian Hukum dan Penegakan Putusan

Tantangan lain dalam pengembangan kerangka hukum adalah memastikan kepastian hukum dan penegakan putusan dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Saat ini, masih terdapat ketidakpastian mengenai status hukum dan kekuatan mengikat *smart contract* dalam beberapa yurisdiksi ³⁶. Kerangka hukum yang komprehensif harus memberikan definisi yang jelas tentang status hukum *smart contract* dan konsekuensi hukum dari pelaksanaan kontrak tersebut. Hal ini penting untuk memberikan kepastian hukum kepada para pihak yang terlibat dalam transaksi *blockchain* dan *smart contract*.

Selain itu, kerangka hukum juga harus mengatur yurisdiksi dan penerapan putusan dalam konteks lintas batas. Mengingat sifat global dari teknologi *blockchain*, sengketa *smart contract* seringkali melibatkan pihak-pihak dari berbagai negara dengan sistem hukum yang berbeda. Diperlukan harmonisasi dan koordinasi antara yurisdiksi nasional untuk memastikan penegakan putusan yang efektif ³⁷. Dalam konteks penegakan putusan, kerangka hukum harus menyediakan mekanisme yang memadai untuk memastikan bahwa prinsip-prinsip hukum perdata, seperti itikad baik, keadilan, dan perlindungan hak-hak para pihak, tetap dijunjung tinggi dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Hal ini dapat dicapai melalui pengaturan prosedur yang adil dan transparan, serta keterlibatan lembaga peradilan atau arbitrase yang kompeten dalam proses penyelesaian sengketa.

3. Perkembangan Teknologi dan Kebutuhan Regulasi Adaptif

³⁵ Merx, "VAT and Blockchain: Challenges and Opportunities Ahead."

³⁶ Giancaspro, "Is a 'Smart Contract' Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective."

³⁷ Yeoh, "Regulatory Issues in Blockchain Technology."

Teknologi *blockchain* dan *smart contract* terus berkembang dengan cepat, memberikan inovasi dan solusi baru dalam berbagai sektor. Tren terkini seperti pemanfaatan *blockchain* untuk menjamin transparansi dan keamanan dalam manajemen rantai pasokan, atau penggunaan *smart contract* dalam sistem keuangan terdesentralisasi (DeFi), menunjukkan potensi besar dari teknologi ini. Namun, perkembangan teknologi yang cepat ini juga memunculkan tantangan dalam penyusunan regulasi yang responsif dan adaptif. Kerangka hukum yang kaku dan statis berpotensi menjadi kendala bagi adopsi teknologi *blockchain* dan *smart contract*, serta dapat menghambat inovasi.

Salah satu tantangan utama adalah memastikan bahwa regulasi dapat mengikuti perubahan dan inovasi dalam teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Hal ini memerlukan pendekatan yang fleksibel dan berkelanjutan dalam proses penyusunan regulasi, dengan melibatkan para ahli dan pemangku kepentingan di bidang teknologi, hukum, dan sektor terkait³⁸. Selain itu, upaya harmonisasi regulasi di tingkat nasional dan internasional menjadi sangat penting dalam konteks teknologi *blockchain* yang bersifat lintas batas. Perbedaan regulasi antara yurisdiksi dapat menimbulkan ketidakpastian hukum dan menghambat adopsi teknologi secara global. Diperlukan koordinasi dan kerjasama antara negara-negara untuk menyusun standar dan pedoman yang selaras dalam mengatur teknologi *blockchain* dan *smart contract*³⁹.

4. Peluang dan Rekomendasi

Meskipun terdapat tantangan, teknologi *blockchain* dan *smart contract* membuka peluang besar dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kepastian dalam transaksi bisnis dan kontrak. Dengan kerangka hukum yang tepat, teknologi ini dapat berkontribusi pada pembangunan ekonomi dan kemajuan sosial. Untuk memanfaatkan peluang ini, rekomendasi utama adalah pengembangan kerangka hukum yang komprehensif dan adaptif untuk mengatur penyelesaian sengketa *smart contract*. Kerangka hukum ini harus mencakup aspek-aspek berikut:

1. Definisi yang jelas tentang status hukum dan kekuatan mengikat *smart contract*.
2. Pengaturan yurisdiksi dan penegakan putusan dalam konteks lintas batas.

³⁸ Walch, *Deconstructing “Decentralization”*: Exploring the Core Claim of Crypto Systems.

³⁹ Yeoh, “Regulatory Issues in Blockchain Technology.”

3. Mekanisme penyelesaian sengketa yang efektif, baik melalui litigasi, arbitrase, maupun mekanisme *on-chain* atau hybrid.
4. Persyaratan keamanan dan privasi dalam pengembangan *smart contract* dan proses penyelesaian sengketa.
5. Pedoman tentang penegakan prinsip-prinsip hukum perdata dalam penyelesaian sengketa *smart contract*.

Pengembangan kerangka hukum ini harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, lembaga peradilan, praktisi hukum, akademisi, serta pelaku industri dan komunitas *blockchain*. Kolaborasi dan dialog yang terbuka sangat penting untuk memastikan kerangka hukum yang seimbang dan memenuhi kebutuhan semua pihak. Selain itu, penelitian dan pengembangan lebih lanjut juga diperlukan untuk mengeksplorasi solusi inovatif dalam penyelesaian sengketa *smart contract*. Beberapa area yang dapat dieksplorasi antara lain:

1. Pengembangan mekanisme penyelesaian sengketa *on-chain* yang lebih aman, transparan, dan efektif.
2. Integrasi kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin dalam proses penyelesaian sengketa *smart contract*.
3. Eksplorasi potensi teknologi *blockchain* dan *smart contract* dalam mendukung sistem peradilan yang lebih efisien dan akuntabel.
4. Studi tentang dampak ekonomi dan sosial dari adopsi teknologi *blockchain* dan *smart contract* secara luas, serta implikasinya terhadap kerangka hukum yang diperlukan.

Dengan upaya yang terkoordinasi dan kolaboratif antara berbagai pihak, kita dapat memastikan bahwa perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract* dapat berlangsung selaras dengan prinsip-prinsip hukum dan tata kelola yang baik, sehingga memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat.

KESIMPULAN

Penyelesaian sengketa *smart contract* dalam teknologi *blockchain* merupakan tantangan yang kompleks dan membutuhkan pendekatan yang komprehensif. Penelitian ini

telah menganalisis berbagai mekanisme penyelesaian sengketa, baik litigasi maupun non-litigasi, serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan prinsip-prinsip hukum perdata. Meskipun terdapat tantangan signifikan, seperti masalah yurisdiksi, penegakan putusan, dan keamanan, terdapat peluang untuk mengembangkan mekanisme yang efektif melalui pendekatan on-chain, hybrid, atau kombinasi dengan mekanisme tradisional. Untuk mendukung penyelesaian sengketa *smart contract* yang adil dan efisien, diperlukan kerangka hukum yang adaptif dan responsif terhadap perkembangan teknologi *blockchain* dan *smart contract*. Kerangka hukum ini harus memberikan kepastian hukum, mengatur aspek keamanan dan privasi, memastikan penegakan prinsip-prinsip hukum perdata, serta memungkinkan harmonisasi regulasi di tingkat nasional dan internasional.

SARAN

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa saran penting yang dapat dipertimbangkan:

1. Pengembangan kerangka hukum yang komprehensif untuk mengatur penyelesaian sengketa *smart contract*, dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan seperti pemerintah, lembaga peradilan, praktisi hukum, akademisi, serta pelaku industri dan komunitas *blockchain*.
2. Peningkatan keamanan dan privasi dalam pengembangan *smart contract* serta proses penyelesaian sengketa, melalui pengaturan persyaratan keamanan yang ketat, audit dan pengujian yang komprehensif, serta penggunaan teknik kriptografi dan enkripsi yang tepat.
3. Eksplorasi lebih lanjut terhadap mekanisme penyelesaian sengketa *on-chain* dan hybrid yang mengintegrasikan teknologi *blockchain* dan *smart contract*, serta pemanfaatan teknologi seperti kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin.
4. Upaya harmonisasi regulasi di tingkat nasional dan internasional untuk memberikan kepastian hukum dan memfasilitasi adopsi teknologi *blockchain* dan *smart contract* secara global.
5. Penelitian berkelanjutan tentang dampak ekonomi dan sosial dari adopsi teknologi *blockchain* dan *smart contract*, serta implikasinya terhadap kerangka hukum yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atzei, Nicola, Massimo Bartoletti, and Tiziana Cimoli. *A Survey of Attacks on Ethereum Smart contracts (SoK)*, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54455-6_8.
- Cannarsa, Michel. “Interpretation of Contracts and *Smart contracts*: Smart Interpretation or Interpretation of *Smart contracts*?” *European Review of Private Law*, 2018. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:188017977>.
- Christidis, Konstantinos, and Michael Devetsikiotis. “*Blockchains* and *Smart contracts* for the Internet of Things.” *IEEE Access* 4 (January 1, 2016): 1. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>.
- Cuccuru, Pierluigi. “Beyond Bitcoin: An Early Overview on *Smart contracts*.” *International Journal of Law and Information Technology* 25 (September 1, 2017): 179–95. <https://doi.org/10.1093/ijlit/eax003>.
- Giancaspro, Mark. “Is a ‘*Smart contract*’ Really a Smart Idea? Insights from a Legal Perspective.” *Computer Law & Security Review* 33 (June 1, 2017). <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.05.007>.
- Hansen, Seng. “Does the COVID-19 Outbreak Constitute a Force Majeure Event? A Pandemic Impact on Construction Contracts.” *Journal of the Civil Engineering Forum* 6 (May 1, 2020): 201–14. <https://doi.org/10.22146/jcef.54997>.
- Merkx, Madeleine. “VAT and *Blockchain*: Challenges and Opportunities Ahead.” *EC Tax Review* 28, no. 2 (2019): 83–89. <https://doi.org/10.54648/ecta2019011>.
- Raskin, Max. “THE LAW AND LEGALITY OF *SMART CONTRACTS*,” 2017. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:53007011>.
- Szczerbowski, Jakub. “Place of *Smart contracts* in Civil Law. A Few Comments on Form and Interpretation,” November 9, 2017.
- Tasca, Paolo, and Claudio Tessone. “A Taxonomy of *Blockchain* Technologies: Principles of Identification and Classification.” *Ledger* 4 (February 15, 2019). <https://doi.org/10.5195/ledger.2019.140>.

- Walch, A. *Deconstructing “Decentralization”*: Exploring the Core Claim of Crypto Systems. SSRN, 2019. <https://books.google.co.id/books?id=uIz8zgEACAAJ>.
- Wang, Huaimin, Zibin Zheng, Shaoan Xie, Hong-Ning Dai, and Xiangping Chen. “Blockchain Challenges and Opportunities: A Survey.” *International Journal of Web and Grid Services* 14 (October 12, 2018): 352–75. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.10016848>.
- Werbach, Kevin, and Nicolas Cornell. “Contracts: Ex Machina,” 2021. <https://doi.org/10.5040/9781509937059.ch-001>.
- Xu, Xiwei, Cesare Pautasso, Liming Zhu, Vincent Gramoli, Alexander Ponomarev, An Binh Tran, and Shiping Chen. *The Blockchain as a Software Connector*, 2016. <https://doi.org/10.1109/WICSA.2016.21>.
- Yeoh, Peter. “Regulatory Issues in Blockchain Technology.” *Journal of Financial Regulation and Compliance* 25 (May 8, 2017): 196–208. <https://doi.org/10.1108/JFRC-08-2016-0068>.
- Zheng, Zibin, Shaoan Xie, Hong-Ning Dai, Xiangping Chen, and Huaimin Wang. *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*, 2017. <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>.