



Kedudukan “Digital Twin” dalam Hukum Telekomunikasi di Indonesia

Aprikiansa Andi’ Padang¹, Dimas Anugrah Gabriel², Marthsian Yeksi Anakotta³

¹ Faculty of Law, Satya Wacana Christian University, Indonesia. E-mail: 312023086@student.uksw.edu

² Faculty of Law, Satya Wacana Christian University, Indonesia. E-mail: 312023082@student.uksw.edu

³ Faculty of Law, Satya Wacana Christian University, Indonesia. E-mail: marthsian.anakotta@uksw.edu

ARTICLE INFO

Keywords:

Digital Twin;
Telecommunications
Law; Legal Position;
Normative
Jurisprudence; Data
Governance.

ABSTRACT

This study aims to analyze the legal position of Digital Twin technology within the framework of telecommunications law in Indonesia, particularly in relation to ultra-low latency network infrastructure and cyber-physical system governance. The type of research used is normative juridical with a legislative and conceptual approach, which analyzes primary and secondary legal materials related to telecommunications, information and electronic transactions, and personal data protection. The results of the study show that Digital Twin, which is a dynamic virtual representation of physical entities and essential to the Society 5.0 ecosystem, does not yet have an explicit and specific legal position in the Telecommunications Law or its implementing regulations. The dependence of Digital Twins on ultra-low latency connectivity provided by 5G and 6G networks places them functionally under the jurisdiction of the Telecommunications Law. However, current positive law only focuses on the regulation of transmission media, such as frequency spectrum and infrastructure/frequency sharing mechanisms. This regulatory vacuum has serious legal implications, particularly regarding the liability of virtual entities and the management of real-time big data consumed by Digital Twins, which are vulnerable to cyber threats and privacy issues. Therefore, regulatory harmonization is needed that goes beyond the regulation of physical infrastructure, covering big data governance, comprehensive cybersecurity, and legal certainty regarding the accountability of automated decisions generated by Digital Twin algorithms (Explainable AI - XAI).

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Digital Twin;
Hukum Telekomunikasi;

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis posisi hukum teknologi Digital Twin dalam kerangka hukum telekomunikasi di Indonesia, khususnya terkait dengan infrastruktur jaringan *ultra-low latency* dan tata kelola sistem siber-fisik. Jenis penelitian yang digunakan

*Kedudukan Hukum;
Yuridis Normatif; Tata
Kelola Data.*

yaitu yuridis normatif dengan pendekatan perundang-undangan dan konseptual, yang menganalisis bahan hukum primer dan sekunder, yang berkaitan dengan telekomunikasi, transaksi informasi dan elektronik, serta perlindungan data pribadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Digital Twin*, yang merupakan representasi virtual dinamis dari entitas fisik dan esensial bagi ekosistem *Society 5.0*, belum memiliki posisi hukum yang eksplisit dan spesifik dalam Undang-Undang Telekomunikasi atau peraturan pelaksanaannya. Ketergantungan *Digital Twin* pada konektivitas *ultra-low latency* yang disediakan oleh jaringan 5G dan 6G menempatkannya secara fungsional di bawah yurisdiksi Undang-Undang Telekomunikasi. Namun, hukum positif saat ini hanya berfokus pada regulasi media transmisi, seperti spektrum frekuensi dan mekanisme pembagian infrastruktur/frekuensi. Kekosongan regulasi ini memiliki implikasi hukum yang serius, terutama terkait pertanggungjawaban entitas virtual dan pengelolaan *big data real-time* yang dikonsumsi oleh *Digital Twin*, yang rentan terhadap ancaman siber dan masalah privasi. Oleh karena itu, harmonisasi regulasi diperlukan yang melampaui regulasi fisik infrastruktur, mencakup tata kelola *big data*, keamanan siber komprehensif, dan kepastian hukum terkait pertanggungjawaban keputusan otomatis yang dihasilkan oleh algoritma *Digital Twin* (*Explainable AI* - XAI).

Riwayat Penerimaan

Diterima 6 Januari 2026
Direvisi 17 Oktober 2026
Diterbitkan 20 Oktober

1. Pendahuluan

Kemajuan dan perkembangan teknologi yang pesat merupakan ciri khas di era *Society 5.0*, di mana teknologi dan manusia berinteraksi secara masif, mengintegrasikan dunia maya dan dunia fisik untuk menciptakan kualitas hidup yang lebih baik. Dalam perkembangan teknologi digital, muncul teknologi seperti Kecerdasan Buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), *big data*, dan jaringan seluler generasi kelima (5G) dan keenam (6G).¹ Kehadiran teknologi-teknologi ini membutuhkan jaringan telekomunikasi dengan kemampuan transfer data yang cepat. Salah satu teknologi yang hadir di antara keberadaan teknologi-teknologi yang telah disebut diatas, yaitu *Digital Twin* yang muncul sebagai konsep teknologi terbaru dalam kemajuan teknologi digital.²

Digital Twin didefinisikan sebagai replika virtual dari benda fisik, yang dikumpulkan menggunakan *data real-time* untuk memfasilitasi simulasi, analisis, dan mampu memprediksi respons sebuah sistem sebelum peristiwa fisik terjadi.³ *Digital Twin*

¹ Maudy Andreana Lestari, Ahmad M Ramli, and Tasya Safiranita Ramli, "Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0," *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia* 2, no. 1 (February 5, 2022): 129–37, <https://doi.org/10.53866/jimi.v2i1.49>.

² Zongyan Wang, "Digital Twin Technology," in *Industry 4.0 - Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing* (IntechOpen, 2020), <https://doi.org/10.5772/intechopen.80974>.

³ Eko Rahmadian, Daniel Feitosa, and Yulia Virantina, "Digital Twins, Big Data Governance, and Sustainable Tourism," *Ethics and Information Technology* 25, no. 4 (December 16, 2023): 61, <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09730-w>.

mengubah tata kelola di berbagai sektor, termasuk optimasi operasi transportasi umum, manajemen risiko siber pada infrastruktur jaringan, dan pengelolaan sistem pemerintahan berbasis elektronik (SPBE). *Digital Twin* merupakan *Cyber-Physical System* (CPS)⁴ yang memerlukan fondasi konektivitas dengan persyaratan *low ultra-latency*⁵, yang hanya dapat dipenuhi secara optimal oleh jaringan 5G⁶. Ketergantungan operasional ini menempatkan *Digital Twin* secara fungsional di bawah regulasi Undang-undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi. Pengaturan implementasi teknologi terbaru, termasuk mekanisme pembagian frekuensi dan pengembangan infrastruktur, diatur melalui Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, khususnya dalam perubahan Undang-undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi dan Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2021 tentang Pos, Telekomunikasi, dan Penyiaran (PP Postelsiar).⁷

Aspek infrastruktur telekomunikasi *Digital Twin* sebagai entitas virtual yang melakukan simulasi, analisis, dan *actuation controls* pada dunia fisik belum memiliki status hukum dalam sistem hukum di Indonesia. Maka, ada kekhawatiran bahwa teknologi baru ini dapat memiliki dampak terhadap potensi kejahatan baru dan ancaman terhadap privasi jika tidak diatur dengan baik. Kesenjangan antara regulasi infrastruktur dan entitas virtual merupakan isu krusial yang harus diatasi. Di hadapan perkembangan teknologi yang begitu pesat, hukum diharuskan untuk beradaptasi dan merespons dengan cepat terhadap percepatan teknologi. Upaya memahami kondisi demikian dapat dilihat menggunakan Teori Hukum Transformatif.

Teori Hukum Transformatif oleh Prof. Dr. Ahmad M Ramli menekankan bahwa hukum sesungguhnya bukan hanya berfungsi sebagai aturan dan regulasi, tetapi juga sebagai infrastruktur yang memungkinkan bangsa untuk beradaptasi dan berkembang di era digital yang penuh dengan perubahan pesat. Teori Hukum Transformatif sejatinya merupakan konsep yang didasarkan pemikiran teori hukum pembangunan dengan pengkayaan dan penyesuaian dalam rangka Indonesia menghadapi Industri 5.0.⁸ Kegagalan hukum untuk merespons inovasi dengan cepat akan menyebabkan ketertinggalan hukum, sementara teknologi mampu melampaui batas ruang dan waktu.

Kebutuhan untuk mengatur *Digital Twin* sangat penting untuk memastikan bahwa transformasi digital di Indonesia berlangsung dalam kerangka hukum yang akuntabel.

⁴ Syarfa Najihah Raisin et al., "Cyber-Physical System (CPS) Application- A REVIEW," *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 2 (December 5, 2020): 52–65, <https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v1i2.52-65>.

⁵ Sunmi Jun et al., "Ultra-low-latency Services in 5G Systems: A Perspective from 3GPP Standards," *ETRI Journal* 42, no. 5 (October 16, 2020): 721–33, <https://doi.org/10.4218/etrij.2020-0200>.

⁶ Nirwana Haidar Hari et al., "Transformasi Jaringan Telekomunikasi Dengan Teknologi 5G: Tantangan, Potensi, Dan Implikasi," *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, July 9, 2023, 146–50, <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i2.357>.

⁷ Lestari, Ramli, and Ramli, "Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0."

⁸ Blassys Bevry Sinaga and Raia Putri Noer Azzura, "Peran Teknologi Blockchain Sebagai Instrumen Pembangunan Penegakan Hukum Berbasis Digital & Mewujudkan Masyarakat Berkeadilan Di Era Society 5.0," *Padjadjaran Law Review* 12, no. 1 (2024): 71–81, <https://doi.org/10.56895/plr.v12i1.1651>.

Posisi hukum *Digital Twin* juga harus didasarkan pada konsep *lex digitalis*, seperti yang diusulkan oleh Stefan Kadelbach dan Klaus Gunther. Konsep ini secara eksplisit menyatakan bahwa tidak ada ruang virtual yang bebas dari yurisdiksi normatif.⁹ *Digital Twin*, sebagai entitas hibrida yang menggabungkan entitas fisik dan virtual, mempersulit yurisdiksi. *Digital Twin* bukan sekadar “layanan” atau ‘data’ biasa, tetapi “sistem siber-fisik” yang melakukan kontrol prediktif. Menentukan posisi hukum *Digital Twin* memerlukan pengakuan bahwa *Digital Twin* memerlukan regulasi lintas sektor (Telekomunikasi, Data, Keamanan), karena pendekatan sektoral yang ada terbukti tidak memadai untuk menangani kompleksitas *Digital Twin*.¹⁰

Berangkat dari penjelasan di atas, masalah utama dalam penelitian ini adalah ketidakjelasan posisi hukum teknologi *Digital Twin* dalam kerangka hukum telekomunikasi Indonesia, saat ini, yang cenderung statis, tidak lengkap, dan sektoral dalam mengatur entitas virtual, tata kelola *big data*, dan mekanisme pertanggungjawaban keputusan otomatis.¹¹ Dengan demikian, artikel ini mengajukan **masalah hukum** dengan mempersoalkan apa posisi hukum dari teknologi *digital twin* dalam kerangka hukum telekomunikasi Indonesia. Pembahasan masalah hukum yang diajukan **bertujuan** untuk mengetahui dua hal: pertama, status hukum *digital twin* dalam kerangka hukum telekomunikasi Indonesia; dan kedua, sinkronisasi dan celah yang hadir dari hubungan antara *digital twin* dengan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi (UU PDP).

2. Method

Artikel ini menggunakan metode penelitian yuridis normatif,¹² dengan pendekatan perundang-undangan dan pendekatan konseptual. Pendekatan perundang-undangan digunakan dengan bersandar pada peraturan yang berkaitan dengan Telekomunikasi, seperti Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi, Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Perlindungan Data Pribadi, dan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang. Pendekatan perundang-undangan didukung dengan pendekatan konseptual yang berusaha merumuskan konsep mengenai hubungan antara konsep *Digital Twin* dengan konsep pengaturan hukum di Indonesia.

Dua pendekatan di atas digunakan untuk menganalisis masalah-masalah yang berkaitan dengan kekosongan, ketidakjelasan, atau ketidaksesuaian norma-norma hukum, yang

⁹ Lestari, Ramli, and Ramli, “Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0.”

¹⁰ Hari Setiabudi Husni et al., “Digital Twin Concept For Indonesia Digital Government Information Technology Governance,” *International Journal Science and Technology* 1, no. 2 (July 19, 2022): 45–52, <https://doi.org/10.56127/ijst.v1i2.146>.

¹¹ Lestari, Ramli, and Ramli, “Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0.”

¹² Tunggul Ansari Setia Negara, “Normative Legal Research in Indonesia: Its Originis and Approaches,” *Audito Comparative Law Journal (ACLJ)* 4, no. 1 (February 2, 2023): 1–9, <https://doi.org/10.22219/aclj.v4i1.24855>.

fokus pada objek berupa undang-undang, teori hukum, dan putusan pengadilan. Adapun pendekatan ini menggunakan sumber bahan hukum sekunder, seperti artikel ilmiah, buku, dan dokumen-dokumen hukum lain yang berkaitan dengan masalah.¹³ Metode ini sangat esensial karena keunggulannya terletak pada kemampuannya memberikan kerangka hukum yang jelas dan teratur, yang diperlukan untuk memahami dan menafsirkan norma-norma hukum yang berlaku.

Dalam konteks teknologi canggih seperti *Digital Twin* yang belum memiliki pengaturan tegas dalam hukum positif, pendekatan Yuridis Normatif menjadi penting untuk mengatasi ketidakjelasan atau kekosongan norma serta mencari justifikasi yang sesuai dengan hukum yang berlaku (*lex lata*).¹⁴

3. Urgensi Regulasi Khusus *Digital Twin* di Indonesia

3.1. Mengenal *Digital Twin*: Teknologi Baru di Era Digital

Konsep *Digital Twin* pertama kali diperkenalkan oleh Michael Grieves, tahun 2002, dalam konteks *Product Lifecycle Management* (PLM) sebagai *mirrored spaces model* yang kemudian diadopsi oleh NASA pada tahun 2010 untuk keperluan simulasi sistem penerbangan.¹⁵ Secara umum, *Digital Twin* didefinisikan sebagai representasi digital dari objek, sistem, atau proses fisik yang terhubung secara dua arah dan diperbarui secara *real-time* melalui integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *Big Data Analytics*.¹⁶ *Digital Twin* merupakan bentuk integrasi data tanpa hambatan antara mesin fisik dan virtual, di mana perubahan pada salah satunya secara otomatis memengaruhi yang lain. Berbeda dari *digital model* maupun *digital shadow* yang hanya memiliki satu arah aliran data.¹⁷ Sementara itu, Fukawa dan Rindfleisch menjelaskan *Digital Twin* sebagai replika digital yang berevolusi seiring dengan siklus hidup entitas fisiknya dan berfungsi untuk mendukung inovasi melalui pemantauan, replikasi, serta optimalisasi berbasis data besar dan kecerdasan buatan.¹⁸ Dalam konteks pariwisata berkelanjutan, Rahmadian dkk., memandang *Digital Twin* sebagai simulasi komprehensif yang menggabungkan berbagai model fisik, probabilistik, dan data sensorik untuk memprediksi reaksi sistem sebelum terjadi, sehingga menjadi alat penting dalam

¹³ Sidi Ahyar Wiraguna, "Metode Normatif Dan Empiris Dalam Penelitian Hukum: Studi Eksploratif Di Indonesia," *Public Sphere: Jurnal Sosial Politik, Pemerintahan Dan Hukum* 3, no. 3 (November 30, 2024), <https://doi.org/10.59818/jps.v3i3.1390>.

¹⁴ Lestari, Ramli, and Ramli, "Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0."

¹⁵ Deuk Young Jeong et al., "Digital Twin: Technology Evolution Stages and Implementation Layers with Technology Elements," *IEEE Access* 10 (2022): 52609–20, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174220>.

¹⁶ Dinh-Hieu Tran et al., "Network Digital Twin for 6G and Beyond: An End-to-End View Across Multi-Domain Network Ecosystems," *IEEE Open Journal of the Communications Society* 6 (2025): 6866–6911, <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2025.3599866>.

¹⁷ Aidan Fuller et al., "Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research," *IEEE Access* 8 (2020): 108952–71, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>.

¹⁸ Nobuyuki Fukawa and Aric Rindfleisch, "Enhancing Innovation via the Digital Twin," *Journal of Product Innovation Management* 40, no. 4 (2023): 391–406, <https://doi.org/10.1111/jpim.12655>.

mendukung pengambilan keputusan berbasis data dan tata kelola digital yang transparan.¹⁹ Dengan demikian, *Digital Twin* bukan sekadar model digital statis, melainkan ekosistem cerdas yang menyatukan dunia fisik dan virtual secara dinamis guna meningkatkan efisiensi, prediktabilitas, serta keberlanjutan di berbagai sektor industri.

Digital Twin terdiri dari tiga komponen utama, yaitu model fisik, model digital, dan konektivitas data *real time*. Model Fisik adalah objek yang dilengkapi sensor untuk mengumpulkan dan mengirimkan data dari operasional model fisik. Model Digital memiliki fungsi sebagai representasi atau gambaran virtual dari data yang dianalisis dan disimulasikan berdasarkan data yang terkumpul dari model fisik. Konektivitas Data *Real Time* merupakan jembatan penghubung untuk melakukan pertukaran data antara model fisik dan model digital yang memastikan sinkronisasi data antara keduanya. Koneksi dari ketiga komponen tersebut diwujudkan melalui jaringan berbasis *IoT* dan *Cloud Computing*, yang memberikan akurasi dan kecepatan perpindahan data.²⁰ Ketiga komponen ini tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lainnya, karena kesalahan pada salah satu sistem akan menimbulkan ketidaksesuaian antara apa yang sebenarnya dan apa yang ada dalam representasi virtual.

Struktur di atas menuntut hukum untuk membentuk aturan hukum yang mengatur hal-hal seperti keamanan data, interoperabilitas sistem, serta standar keandalan konektivitas untuk menjamin integritas dan akuntabilitas proses digitalisasi. Aturan hukum yang dimaksud seyogyanya dapat mengikuti pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital. Hubungan masyarakat berubah dari model konvensional yang bersifat fisik ke model digital yang bersifat non fisik (virtual). Hal ini menjadi sebuah urgensi manakalah diketahui bahwa ruang lingkup *Digital Twin* sangat luas.

Luasnya ruang lingkup *Digital Twin* dapat dilihat pada jenis dan penerapan *Digital Twin*. Jenis dan penetapan *Digital Twin* meliputi sektor manufaktur, energi, transportasi, kesehatan, dan Kota Pintar (*smart city*). Dalam bidang manufaktur, teknologi ini digunakan untuk memantau performa mesin, menganalisis efisiensi produksi, dan melakukan predictive maintenance terhadap peralatan industri. Dalam sektor energi dan transportasi, *Digital Twin* membantu optimalisasi jaringan, meminimalisasi gangguan operasional, dan memprediksi kebutuhan daya atau arus lalu lintas secara presisi. Di bidang kesehatan, penerapan *Digital Twin* mencakup simulasi organ manusia dan sistem perawatan berbasis data untuk mendukung keputusan medis. Sementara itu, dalam konteks *smart city*, *Digital Twin* digunakan untuk merancang tata kota, mengelola infrastruktur publik, dan memastikan keberlanjutan lingkungan. Implementasi tersebut menunjukkan bahwa *Digital Twin* bukan sekadar inovasi teknis, tetapi juga instrumen kebijakan publik yang dapat mendukung tata kelola pemerintahan berbasis data dan efisiensi pelayanan publik.²¹

¹⁹ Rahmadian, Feitosa, and Virantina, "Digital Twins, Big Data Governance, and Sustainable Tourism."

²⁰ Fukawa and Rindfleisch, "Enhancing Innovation via the Digital Twin."

²¹ Tran et al., "Network Digital Twin for 6G and Beyond: An End-to-End View Across Multi-Domain Network Ecosystems."

Dari sudut pandang hukum, *Digital Twin* menawarkan berbagai manfaat seperti peningkatan efisiensi operasional, kemampuan prediksi terhadap kerusakan sistem, inovasi desain produk, serta penghematan biaya produksi. Teknologi ini memungkinkan untuk melakukan pengujian secara virtual tanpa risiko terhadap sistem fisik, sehingga mempercepat inovasi dan mengurangi kerugian akibat kesalahan produksi. Dengan demikian, risiko hukum dan etika turut muncul, terutama terkait keamanan data, privasi informasi, serta tanggung jawab hukum apabila terjadi kesalahan simulasi yang berdampak nyata. Data yang dihasilkan dari konektivitas *Digital Twin* seringkali melibatkan informasi sensitif dan bersifat strategis sehingga memerlukan perlindungan hukum yang memadai. Dalam konteks hukum Indonesia, risiko tersebut menuntut adanya pengaturan yang jelas mengenai tanggung jawab pengendali data, pengawasan sistem otomatis, serta pembatasan penggunaan algoritma dalam pengambilan keputusan yang memiliki dampak hukum bagi pihak lain.²²

3.2. Adakah Aturan Hukum *Digital Twin* di Indonesia?

Judul sub-bab ini merupakan sebuah pengingat bahwa perkembangan masyarakat beserta teknologinya selalu berada di depan hukum. Dengan demikian, maka hukum harus selalu dikritisi – maksudnya dipersoalkan keberadaannya di tengah perubahan masyarakat dan perkembangan teknologi.

Hingga saat ini, Indonesia tidak mempunyai kerangka hukum yang mengatur dengan khusus (*lex specialis*) mengenai *Digital Twin*.²³ Oleh karena itu, pengaturan hukumnya harus ditarik dari aturan umum (*lex generalis*) yang mengatur komponen-komponen yang membentuk teknologi tersebut. Komponen yang mencakup data, sistem elektronik, kecerdasan buatan (AI), dan sektor-sektor tempat teknologi *Digital Twin* diterapkan. Akibatnya, kerangka hukum yang ada saat ini bersifat parsial dalam berbagai undang-undang yang terkait dengan penggunaan teknologi tersebut, yang mencerminkan dinamika hukum telematika di Indonesia dalam merespon era digital.

Landasan hukum utama yang relevan dengan teknologi *Digital Twin* adalah Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (UU ITE) beserta perubahannya. Secara yuridis, *Digital Twin* sebagai sebuah model virtual itu sendiri dapat dikategorikan sebagai “Informasi Elektronik” dan/atau “Dokumen Elektronik”. Informasi ini kemudian dihasilkan, disimpan, dan dikelola oleh suatu “Sistem Elektronik”. Berdasarkan definisi ini, setiap entitas yang membangun, mengelola, atau mengoperasikan platform *Digital Twin* secara hukum diklasifikasikan sebagai Penyelenggara Sistem Elektronik (PSE). Klasifikasi sebagai PSE ini kemudian membawa serangkaian kewajiban hukum yang wajib dipatuhi.

²² Rahmadian, Feitosa, and Virantina, “Digital Twins, Big Data Governance, and Sustainable Tourism.”

²³ Rifla Mufarihana Zahira, Rayhan Muktafin Zharfan, and Dewi Asri Puannandini, “Dinamika Hukum Telematika Dalam Era Digital: Perlindungan Privasi Dan Keamanan Data Di Indonesia,” *Jurnal Ilmu Hukum* 2, no. 2 (2025): 211–20.

Sebagai Penyelenggara Sistem Elektronik, operator *Digital Twin* menanggung tanggung jawab hukum yang diatur dalam UU ITE. Undang-undang secara tegas mewajibkan PSE untuk menyelenggarakan Sistem Elektronik secara andal dan aman. Selain itu, PSE juga bertanggung jawab secara hukum terhadap beroperasinya Sistem Elektronik tersebut sebagaimana mestinya. Kewajiban ini yang menjadi hal penting dalam konteks *Digital Twin*, di mana kegagalan sistem simulasi dapat mengakibatkan kerugian material yang signifikan di dunia fisik. Pemenuhan standar keandalan dan keamanan ini menjadi syarat mutlak dalam operasionalnya.

Dalam rezim UU PDP, pihak yang mengelola *Digital Twin* akan bertindak sebagai "Pengendali Data Pribadi" atau "Prosesor Data Pribadi". Status ini mengharuskan mereka untuk memiliki dasar pemrosesan data yang sah, di mana yang paling umum adalah perolehan persetujuan yang sah secara eksplisit (*explicit consent*) dari Subjek Data Pribadi. Mereka juga dibebani kewajiban hukum untuk melindungi dan memastikan keamanan data yang diprosesnya. Apabila terjadi kegagalan perlindungan data, seperti peretasan, PSE tersebut wajib menyampaikan pemberitahuan tertulis kepada Subjek Data dan lembaga terkait paling lambat 3X24 jam.

Lebih lanjut, regulasi sektoral akan turut berlaku sesuai dengan bidang penerapan *Digital Twin*. Sebagai contoh, jika *Digital Twin* digunakan untuk mensimulasikan dan mengelola jaringan telekomunikasi, maka Undang-undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi akan relevan. Penyelenggara telekomunikasi wajib menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan diterima oleh pelanggan jasanya. UU Telekomunikasi juga secara fundamental melarang kegiatan penyadapan (*interception*) atas informasi apa pun yang disalurkan melalui jaringannya. Pengecualian atas larangan ini hanya dapat dilakukan untuk keperluan proses peradilan pidana berdasarkan permintaan yang sah dan tertulis dari penegak hukum.

Terakhir, *Digital Twin* sebagai sebuah karya intelektual juga bisa mendapatkan perlindungan hukum. Algoritma, model simulasi, dan basis data yang membentuk teknologi *Digital Twin* dilindungi sebagai "Ciptaan" sesuai Undang-Undang Hak Cipta. Karena teknologi ini sangat bergantung pada kecerdasan buatan (AI) untuk analisis dan prediksinya, pedoman etika AI juga menjadi relevan.²⁴ Meskipun Indonesia belum memiliki undang-undang khusus AI, Surat Edaran Menkominfo Nomor 9 Tahun 2023 tentang Etika Kecerdasan Buatan telah memberikan pedoman penting bagi PSE. Pedoman ini mencakup nilai-nilai etika seperti transparansi, akuntabilitas, keamanan, dan non-diskriminasi, yang kesemuanya sangat berlaku bagi operasional *Digital Twin*.²⁵

3.3. Urgensi Pengaturan *Digital Twin* dalam Hukum Indonesia

Teknologi *Digital Twin* kini telah berkembang pesat menjadi instrumen vital dalam transformasi industri 4.0 di Indonesia. Ia menghubungkan entitas fisik dengan

²⁴ Kurniawan Tri Wibowo et al., *E-Book Hukum Digital Dan Privasi Data 2025*, 2025.

²⁵ Wibowo et al.

representasi virtualnya secara *real-time*. Adopsi teknologi ini mulai merambah berbagai sektor strategis, mulai dari perencanaan tata kota cerdas (*smart city*) hingga manajemen kesehatan dan industri manufaktur. Namun, percepatan implementasi teknis ini belum diimbangi dengan kerangka hukum yang memadai, sehingga menimbulkan kekosongan hukum. Ketidadaan regulasi spesifik menciptakan ketidakpastian hukum bagi para pemangku kepentingan yang terlibat dalam ekosistem digital ini. Oleh karena itu, urgensi pengaturan norma *Digital Twin* menjadi tak terelakkan demi menjamin kepastian dan perlindungan hukum bagi masyarakat.²⁶

Salah satu isu hukum mendesak dalam pemanfaatan *Digital Twin* adalah perlindungan data pribadi dan privasi pengguna. Teknologi ini bekerja dengan mengumpulkan dan memproses data dalam jumlah masif, yang sering kali mencakup data sensitif dan perilaku individu untuk keperluan simulasi. Meskipun Indonesia telah memiliki UU PDP, kompleksitas pemetaan data dalam *Digital Twin* memerlukan aturan turunan yang lebih teknis dan spesifik. Tanpa pengaturan yang jelas mengenai batasan pengumpulan dan pemrosesan data simulasi, potensi pelanggaran hak privasi Subjek Data Pribadi menjadi sangat tinggi. Hal ini menuntut adanya harmonisasi regulasi yang mampu mengakomodasi karakteristik unik dari teknologi kembaran digital ini.

Persoalan pertanggungjawaban hukum atau liabilitas menjadi titik krusial lain yang mendasari urgensi pengaturan *Digital Twin*. Ketika keputusan yang diambil berdasarkan simulasi *Digital Twin* menghasilkan kesalahan fatal atau kerugian materiil di dunia nyata, atribusi kesalahan menjadi rumit untuk ditentukan. Hukum perdata dan hukum pidana mungkin kesulitan menjangkau aspek kegagalan yang disebabkan oleh otonomi algoritma atau kesalahan input data sensor yang kompleks. Ketidakjelasan mengenai siapa yang harus bertanggung jawab apakah pengembang, operator, atau sistem itu sendiri dapat menghambat adopsi teknologi ini oleh industri. Pengaturan aturan yang tegas diperlukan untuk memitigasi risiko sengketa hukum yang mungkin timbul di kemudian hari.²⁷

Aspek Hak Kekayaan Intelektual (HAKI) dalam ekosistem *Digital Twin* juga menghadirkan tantangan yuridis yang kompleks dan mendesak. Penciptaan replika digital dari objek fisik yang dilindungi hak cipta atau paten berpotensi memicu sengketa kepemilikan yang serius antara pemilik aset fisik dan pengembang aset digital. Belum adanya batasan yang jelas mengenai sejauh mana hak eksklusif pemilik objek fisik berlaku terhadap representasi digitalnya dapat menghambat inovasi dan kreasi. Selain itu, status kepemilikan atas data baru yang dihasilkan dari simulasi *Digital Twin* juga masih berada di wilayah abu-abu hukum yang perlu diperjelas. Regulasi di Indonesia perlu segera merespons untuk memberikan perlindungan yang seimbang bagi kreator dan pemilik aset.²⁸

²⁶ Richard Susskind, *Tomorrow's Lawyers* (Oxford University PressOxford, 2023), <https://doi.org/10.1093/9780192864727.001.0001>.

²⁷ Ugo Pagallo, *The Laws of Robots*, vol. 10, Law, Governance and Technology Series (Dordrecht: Springer Netherlands, 2013), <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6564-1>.

²⁸ Dan L Burk and Dan L Burk, "Notre Dame Law Review Algorithmic Legal Metrics" 96, no. 3 (2021).

Keamanan siber dan kedaulatan data negara menjadi alasan pemberat mengapa pengaturan *Digital Twin* harus segera direalisasikan dalam sistem hukum nasional. Penggunaan teknologi ini pada infrastruktur kritis nasional, seperti pembangkit listrik atau sistem transportasi, membuka celah kerentanan baru terhadap serangan siber yang bersifat fisik-digital. Peretasan terhadap kembaran digital dapat dimanipulasi oleh pihak tidak bertanggung jawab untuk menyabotase aset fisik yang vital. Standar keamanan siber yang ketat dan kewajiban lokalisasi data untuk sektor strategis harus dituangkan dalam regulasi yang mengikat. Tanpa payung hukum ini, ketahanan nasional di era digital akan menghadapi risiko sabotase yang tidak terukur.²⁹

Berdasarkan paparan di atas, pembentukan aturan hukum terkait *Digital Twin* di Indonesia bukan lagi sekadar pilihan, melainkan kebutuhan yang sangat mendesak. Sinergi antara aspek privasi, liabilitas, kekayaan intelektual, dan keamanan siber harus diwadahi dalam kerangka regulasi yang komprehensif namun tetap adaptif terhadap perkembangan zaman. Kepastian hukum ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung bagi masyarakat, tetapi juga sebagai katalisator bagi iklim investasi teknologi yang sehat dan berkelanjutan. Pemerintah dan legislatif harus segera mengambil langkah proaktif untuk mengisi kekosongan hukum ini sebelum permasalahan menjadi semakin kompleks. Dengan demikian, Indonesia dapat memanfaatkan potensi ekonomi digital secara optimal tanpa mengorbankan keadilan.³⁰

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, kami menyimpulkan tiga hal. **Pertama**, *Digital Twin* merupakan teknologi fundamental dalam era Industri 4.0, yang didefinisikan sebagai representasi digital dinamis dari objek, sistem, atau proses fisik yang terhubung secara dua arah dan diperbarui secara *real-time*. Adanya integrasi antara *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan *Big Data Analytics* menawarkan manfaat signifikan dalam peningkatan efisiensi operasional, kemampuan prediksi, dan inovasi di berbagai sektor strategis. **Kedua**, hingga saat ini Indonesia belum memiliki kerangka hukum khusus (*lex specialis*) yang secara komprehensif mengatur teknologi *Digital Twin*. Akibatnya, pengaturan yang ada masih bersifat umum (*lex generalis*) dan tersebar di berbagai peraturan perundang-undangan, seperti UU ITE, UU PDP, dan regulasi yang bersifat sektoral, seperti UU Telekomunikasi dan UU Hak Cipta, serta pedoman etika mengenai AI dalam SE Menkominfo No. 9 Tahun 2023. Fragmentasi yang terjadi dan ketiadaan aturan hukum khusus mengenai *Digital Twin* dapat dilihat sebagai kekosongan hukum yang berakibat pada ketidakpastian hukum. **Ketiga**, identifikasi masalah di atas menunjukkan bahwa pengaturan hukum khusus mengenai *Digital Twin* ialah suatu urgensi, yang perlu ditangani. Pengabaian atas hal ini akan berdampak pada persoalan hukum yang lain,

²⁹ P W Singer and A Friedman, *Cybersecurity: What Everyone Needs to Know*, What Everyone Needs To Know (OUP USA, 2014), <https://books.google.co.id/books?id=9VDSAQAAQBAJ>.

³⁰ Muhamad Rizal, Sinta Dewi Rosadi, and Agus Taryana, "Legal Framework for Consumer Data Protection For Digital Business SMES in Indonesia," *Journal of Law and Sustainable Development* 12, no. 1 (January 31, 2024): e2809, <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i1.2809>.

seperti perlindungan data dan privasi, pertanggungjawaban hukum (liabilitas), hak kekayaan intelektual (HAKI), dan persoalan keamanan siber dan kedaulatan data.

Oleh karena itu, pembentukan aturan hukum yang komprehensif, adaptif, dan spesifik untuk *Digital Twin* adalah sebuah keniscayaan. Regulasi ini mutlak diperlukan tidak hanya untuk memberikan kepastian hukum dan perlindungan bagi masyarakat, tetapi juga untuk memitigasi risiko, serta menciptakan ekosistem inovasi dan investasi teknologi yang sehat dan berkelanjutan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Burk, Dan L, and Dan L Burk. "Notre Dame Law Review Algorithmic Legal Metrics" 96, no. 3 (2021).
- Fukawa, Nobuyuki, and Aric Rindfleisch. "Enhancing Innovation via the Digital Twin." *Journal of Product Innovation Management* 40, no. 4 (2023): 391–406. <https://doi.org/10.1111/jpim.12655>.
- Fuller, Aidan, Zhong Fan, Charles Day, and Chris Barlow. "Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research." *IEEE Access* 8 (2020): 108952–71. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358>.
- Haidar Hari, Nirwana, Fauzan Prasetyo Eka Putra, Ulfatul Hasanah, Siti Ririn Sutarsih, and Riyan. "Transformasi Jaringan Telekomunikasi Dengan Teknologi 5G: Tantangan, Potensi, Dan Implikasi." *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, July 9, 2023, 146–50. <https://doi.org/10.37034/jidt.v5i2.357>.
- Hari Setiabudi Husni, Ford Lumban Gaol, Suhono Harso Supangkat, and Benny Ranti. "Digital Twin Concept For Indonesia Digital Government Information Technology Governance." *International Journal Science and Technology* 1, no. 2 (July 19, 2022): 45–52. <https://doi.org/10.56127/ijst.v1i2.146>.
- Jeong, Deuk Young, Myung Sun Baek, Tae Beom Lim, Yong Woon Kim, Se Han Kim, Yong Tae Lee, Woo Sug Jung, and In Bok Lee. "Digital Twin: Technology Evolution Stages and Implementation Layers with Technology Elements." *IEEE Access* 10 (2022): 52609–20. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3174220>.
- Jun, Sunmi, Yoohwa Kang, Jaeho Kim, and Changki Kim. "Ultra-low-latency Services in 5G Systems: A Perspective from 3GPP Standards." *ETRI Journal* 42, no. 5 (October 16, 2020): 721–33. <https://doi.org/10.4218/etrij.2020-0200>.
- Lestari, Maudy Andreana, Ahmad M Ramli, and Tasya Safiranita Ramli. "Telaah Yuridis Penyelenggaraan Teknologi 5g Di Indonesia: Langkah Transformasi Menuju Era Society 5.0." *Citizen : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia* 2, no. 1 (February 5, 2022): 129–37. <https://doi.org/10.53866/jimi.v2i1.49>.
- Negara, Tunggul Ansari Setia. "Normative Legal Research in Indonesia: Its Originis and Approaches." *Audito Comparative Law Journal (ACLJ)* 4, no. 1 (February 2, 2023): 1–9. <https://doi.org/10.22219/aclj.v4i1.24855>.
- Pagallo, Ugo. *The Laws of Robots*. Vol. 10. Law, Governance and Technology Series. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6564-1>.

- Rahmadian, Eko, Daniel Feitosa, and Yulia Virantina. "Digital Twins, Big Data Governance, and Sustainable Tourism." *Ethics and Information Technology* 25, no. 4 (December 16, 2023): 61. <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09730-w>.
- Raisin, Syarfa Najihah, Juliza Jamaludin, Fatinah Mohd Rahalim, Farah Aina Jamal Mohamad, and Bushra Naeem. "Cyber-Physical System (CPS) Application- A REVIEW." *REKA ELKOMIKA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1, no. 2 (December 5, 2020): 52–65. <https://doi.org/10.26760/rekaelkomika.v1i2.52-65>.
- Rizal, Muhamad, Sinta Dewi Rosadi, and Agus Taryana. "Legal Framework for Consumer Data Protection For Digital Business SMES in Indonesia." *Journal of Law and Sustainable Development* 12, no. 1 (January 31, 2024): e2809. <https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i1.2809>.
- Sinaga, Blassyus Bevry, and Raia Putri Noer Azzura. "Peran Teknologi Blockchain Sebagai Instrumen Pembangunan Penegakan Hukum Berbasis Digital & Mewujudkan Masyarakat Berkeadilan Di Era Society 5.0." *Padjadjaran Law Review* 12, no. 1 (2024): 71–81. <https://doi.org/10.56895/plr.v12i1.1651>.
- Singer, P W, and A Friedman. *Cybersecurity: What Everyone Needs to Know*. What Everyone Needs To Know. OUP USA, 2014. <https://books.google.co.id/books?id=9VDSAQAQBAJ>.
- Susskind, Richard. *Tomorrow's Lawyers*. Oxford University PressOxford, 2023. <https://doi.org/10.1093/9780192864727.001.0001>.
- Tran, Dinh-Hieu, Nazar Waheed, Yuris Mulya Saputra, Xingqin Lin, Cong T. Nguyen, Tedros Salih Abdu, Van Nhan Vo, et al. "Network Digital Twin for 6G and Beyond: An End-to-End View Across Multi-Domain Network Ecosystems." *IEEE Open Journal of the Communications Society* 6 (2025): 6866–6911. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2025.3599866>.
- Wang, Zongyan. "Digital Twin Technology." In *Industry 4.0 - Impact on Intelligent Logistics and Manufacturing*. IntechOpen, 2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80974>.
- Wibowo, Kurniawan Tri, Muhammad Alfian, Abdul Karim, Abdul Karim, Rizki Syafril, Ma'rifah, Muhammad Syaukani, and Mohammad Muniri. *E-Book Hukum Digital Dan Privasi Data 2025*, 2025.
- Wiraguna, Sidi Ahyar. "Metode Normatif Dan Empiris Dalam Penelitian Hukum: Studi Eksploratif Di Indonesia." *Public Sphere: Jurnal Sosial Politik, Pemerintahan Dan Hukum* 3, no. 3 (November 30, 2024). <https://doi.org/10.59818/jps.v3i3.1390>.
- Zahira, Rifla Mufarihana, Rayhan Muktafin Zharfan, and Dewi Asri Puannandini. "Dinamika Hukum Telematika Dalam Era Digital: Perlindungan Privasi Dan Keamanan Data Di Indonesia." *Jurnal Ilmu Hukum* 2, no. 2 (2025): 211–20.