

KAJIAN ANALISIS PELUANG DAN TANTANGAN IMPLEMENTASI BLOCKCHAIN (*NON-CRYPTOCURRENCY*) DI PEMERINTAHAN INDONESIA

Bekerja sama dengan:



BAPPENAS

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/
Badan Perencanaan Pembangunan Nasional



**ASOSIASI
BLOCKCHAIN
INDONESIA**

Sekretariat Dewan TIK Nasional

Direktorat Ketenagalistrikan,
Telekomunikasi dan informatika
Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional

2023

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR SINGKATAN DAN AKRONIM	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN EKSEKUTIF	viii
1. Konteks dan Motivasi	1
Identifikasi Masalah.....	4
Tujuan	4
Manfaat	4
Ruang Lingkup.....	5
Struktur Kajian.....	5
2. Metodologi Penelitian	6
3. Gambaran Umum Teknologi Blockchain	7
Pengertian dan Definisi Blockchain.....	7
Sejarah Perkembangan Blockchain	9
Konsep Dasar Blockchain.....	10
Blockchain vs. Database	11
Bagaimana Teknologi Blockchain Bekerja.....	11
Tipe Blockchain.....	12
Fitur Blockchain.....	13
Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Blockchain	14
Manfaat dan Tantangan Adopsi <i>Blockchain</i> oleh Pemerintah	16
4. Perkembangan Blockchain di Pemerintahan Indonesia Saat Ini	18
Perkembangan Teknologi Blockchain di Indonesia Saat Ini	18

Regulasi yang Berkaitan dengan Blockchain di Indonesia	19
Inisiatif Blockchain yang Telah Dilakukan Pemerintah Indonesia	21
Peluang dan Tantangan dalam Implementasi Blockchain di Pemerintahan Indonesia ..	26
5. Isu dan Peluang Pemanfaatan Blockchain di Beberapa Sektor Pemerintahan	
Indonesia	30
Sektor Dalam Negeri (<i>Self-Sovereign Identity</i>)	30
Sektor Pertanahan	34
Sektor Kehutanan (Pasar Karbon).....	37
Sektor Logistik	41
6. Studi Kasus Implementasi Blockchain di Negara Lain	45
Inggris Raya (UK)	45
China	48
India	50
Singapura.....	53
Perbandingan Studi Kasus Penerapan Blockchain di Sektor Pemerintahan	54
<i>Benchmarking</i> terhadap Strategi Blockchain Nasional di Beberapa Negara	57
7. Analisis dan Rekomendasi Implementasi Blockchain di Pemerintahan Indonesia	60
Rekomendasi Kerangka Strategis Blockchain.....	60
Prinsip Dasar	66
Prasyarat	67
Rincian Strategi Pengembangan NG-Blockchain Indonesia.....	67
Rincian Strategi Pemanfaatan Blockchain pada Sektor Terpilih.....	81
Penutup	90
Referensi.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Penjelasan Teknologi Blockchain [16].....	8
Gambar 3.2 Sejarah perjalanan blockchain [22]	9
Gambar 3.3 Lapisan Arsitektur Blockchain	10
Gambar 3.4 Bagaimana Blockchain Bekerja?.....	12
Gambar 3.5 Fitur-Fitur Utama Blockchain [28].....	13
Gambar 5.1 Proses SSI Digital.....	32
Gambar 5.2 Pendaftaran Tanah Secara Tradisional	34
Gambar 5.3 Proses Pendaftaran Tanah Berbasis Blockchain.....	35
Gambar 5.4 Perbandingan Nilai VCM On-chain dan Off-chain.....	38
Gambar 5.5 Skema Penyelenggaraan Pasar Karbon Berbasis Blockchain	39
Gambar 5.6 Kerangka Konseptual Sistem Daging Halal Berbasis Blockchain	42
Gambar 5.7 Sistem Ketertelusuran Produk Halal di Indonesia	43
Gambar 7.1 Kerangka Strategis NG-Blockchain Indonesia (Sumber: Wantiknas).....	61
Gambar 7.2 Strategi dan Inisiatif Utama dalam Pengembangan NG-Blockchain	63
Gambar 7.3 Rekomendasi Struktur Otoritas NG-Blockchain Indonesia.....	70
Gambar 7.4 Skema Public Private Partnership untuk NG-Blockchain Indonesia.....	76
Gambar 7.5 NG-Blockchain Indonesia <i>Framework</i>	78
Gambar 7.6 Langkah-langkah dalam melaksanakan <i>pilot project</i> blockchain.....	80
Gambar 7.7 Alur Implementasi SSI	82
Gambar 7.8 Alur Implementasi Blockchain untuk Sistem Pendaftaran Tanah.....	85
Gambar 7.9 Alur Implementasi Blockchain untuk Perdagangan Pasar Karbon.....	87
Gambar 7.10 Proses Uji Tuntas (<i>Due Diligence</i>) Rantai Pasok pada Blockchain	89

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ringkasan Kelebihan dan Kekurangan dari Teknologi Blockchain.....	15
Tabel 3.2 Manfaat dan Tantangan Adopsi Blockchain oleh Pemerintah	17
Tabel 4.1 Ringkasan Proyek Metaverse Pariwisata Indonesia	22
Tabel 4.2 Ringkasan Proyek e-Katalog LKPP	24
Tabel 4.3 Ringkasan Proyek BPS dan Kemkominfo	25
Tabel 4.4 Ringkasan Proyek Bank Indonesia.....	25
Tabel 4.5 Analisis Peluang dan Tantangan Terhadap Blockchain di Indonesia	29
Tabel 5.1 Berbagai Contoh Implementasi Blockchain pada Verifikasi Identitas Digital	33
Tabel 6.1 Pemanfaatan Blockchain oleh Pemerintahan dan Fokus Aplikasi Blockchain	55
Tabel 6.2 Inisiatif Berbasis Blockchain di Sektor Pemerintahan Beberapa Negara [56].....	56
Tabel 6.3 Benchmarking Strategi Blockchain Nasional di Beberapa Negara	57

DAFTAR SINGKATAN DAN AKRONIM

PBB	: Perserikatan Bangsa-Bangsa
LKPP	: Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah
RPJMN	: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
SPBE	: Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik
UUD	: Undang-Undang Dasar
TIK	: Teknologi Informasi dan Komunikasi
FGD	: <i>Focus Group Discussion</i>
NIST	: National Institute of Standards and Technology
NFT	: Non-Fungible Token
CBDC	: Central Bank Digital Currency
DeFi	: <i>Decentralized Finance</i>
CAGR	: <i>Compound Annual Growth Rate</i>
BMN	: Barang Milik Negara
BMD	: Barang Milik Daerah
LNSW	: Lembaga National Single Window
INSW	: Indonesia National Single Window
LPDP	: Lembaga Pengelola Dana Pendidikan
BPJPH	: Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal
ABI	: Asosiasi Blockchain Indonesia
SSI	: <i>Self-Sovereign Identity</i>
OTP	: <i>One-time password</i>
KYC	: <i>Know Your Customer</i>
DPKI	: <i>Decentralized Public Key Infrastructure</i>
NDC	: Nationally Determined Contributions
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
POJK	: Peraturan Otoritas Jasa Keuangan
VCM	: <i>Voluntary Carbon Market</i>
FCA	: Finance Conduct Authority
PPN	: Pajak Pertambahan Nilai
WHO	: World Health Organization
IPPD	: Instansi Pusat dan Pemerintah Daerah
RFP	: <i>Request for Proposal</i>
SLA	: <i>Service Level Agreement</i>
PNBP	: Penerimaan Negara Bukan Pajak
CPU	: <i>Central Processing Unit</i>
GPU	: <i>Graphical Processing Unit</i>
SRN-PPI	: Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Kajian Analisis Peluang dan Tantangan Implementasi Blockchain (*Non-Cryptocurrency*) di Pemerintahan Indonesia.

Melalui hasil kerja keras kami yang didukung oleh para pemangku kepentingan, kami mencoba menyajikan gambaran komprehensif tentang potensi peluang dan tantangan yang mungkin dihadapi dalam upaya mengimplementasi teknologi blockchain di pemerintahan Indonesia. Hal ini juga selaras dengan pengembangan TIK secara nasional melalui kerangka kebijakan dan strategi transformasi digital nasional yang dirancang oleh Kementerian PPN/Bappenas. Semoga kajian ini dapat memberikan wawasan yang bermanfaat dan kontribusi positif terhadap pembahasan lebih lanjut mengenai penggunaan teknologi blockchain untuk meningkatkan kinerja dan transparansi pemerintahan.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tinginya kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian kajian ini. Kami sangat menyadari bahwa Kajian Analisis Peluang dan Tantangan Implementasi Blockchain (*Non-Cryptocurrency*) di Pemerintahan Indonesia ini tentu tidak luput dari kekurangan. Maka dari itu, kritik dan masukan yang konstruktif sangat kami harapkan dari seluruh pemangku kepentingan dalam rangka penyempurnaan kajian kami yang akan datang.

RINGKASAN EKSEKUTIF

Penerapan blockchain di sektor pemerintahan dapat mengatasi sejumlah masalah, termasuk peningkatan keamanan data melalui struktur rantai-blok yang terdesentralisasi, transparansi layanan dan anggaran pemerintah, serta otomatisasi proses administratif yang tertelusur. Oleh karena itu, kajian ini muncul sebagai respons terhadap kebutuhan untuk memahami secara mendalam peluang dan tantangan implementasi teknologi blockchain di sektor pemerintahan Indonesia, dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti regulasi, infrastruktur, dan sumber daya manusia.

Sementara itu, di tingkat global, banyak negara telah mulai mengeksplorasi potensi blockchain dalam meningkatkan layanan publik dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Negara-negara tersebut antara lain Inggris Raya, Tiongkok, India, dan Singapura. Oleh karena itu, kajian ini tidak hanya membahas konteks di Pemerintahan Indonesia, tetapi juga menganalisis perspektif global untuk mengidentifikasi *best practices* yang dilakukan oleh negara lain dalam adopsi teknologi blockchain di sektor pemerintahannya. Namun, adopsi teknologi blockchain memiliki tantangan tersendiri untuk diimplementasikan di pemerintahan Indonesia. Beberapa tantangan yang ditemui antara lain komitmen pemerintah terkait adopsi blockchain yang mengarah pada *leadership*, keterampilan SDM dengan kompetensi blockchain masih sedikit, integrasi blockchain dan keamanan blockchain, infrastruktur yang mendukung jaringan blockchain, serta regulasi terkait implementasi blockchain di pemerintahan yang bersifat nasional. Terlepas dari tantangan ini, ada beberapa manfaat yang dapat diperoleh pemerintah bila mengimplementasikan teknologi blockchain, yaitu (1) keamanan yang didesain (2) menciptakan pertukaran transaksi dengan *value* (3) meningkatkan *traceability* dan *auditability* (4) terciptanya penghematan biaya (5) menciptakan otomatisasi dengan kemampuan kontrak *self-enforcing*.

Laporan kajian ini merumuskan sebuah Kerangka Strategis *National Government Blockchain Indonesia* (NG-Blockchain Indonesia) yang diharapkan menjadi acuan untuk mengakselerasi adopsi dan tata kelola blockchain pemerintahan. Hal ini tentunya mendukung pilar *enablers* dari strategi dan arah kebijakan transformasi digital pada RPJMN 2020-2024. Selain itu, hasil rekomendasi ini juga berkaitan dengan kebijakan pemerintah lainnya seperti SPBE dan Satu Data Indonesia. Kerangka strategis ini berisi visi, tujuan, aspek utama, strategi, serta inisiatif-inisiatif. Visi NG-Blockchain Indonesia diselaraskan dengan Visi Indonesia 2045 yang telah ditetapkan pemerintah Indonesia. Dari visi tersebut, terdapat tiga aspek utama yang diturunkan dari tujuan NG-Blockchain Indonesia yaitu aspek regulasi, aspek kelembagaan dan sumber daya manusia, aspek pendanaan, serta aspek implementasi dan utilisasi. Pada masing-masing aspek utama memiliki strategi yang berbeda-beda. Dari tiap strategi tersebut, diusulkan beberapa inisiatif yang sesuai dengan strategi di masing-masing aspek utama Kerangka Strategis NG-Blockchain Indonesia. Dalam kajian ini juga merekomendasikan rincian strategi pemanfaatan blockchain pada sektor-sektor terpilih, yaitu sektor dalam negeri, sektor pertanian, sektor pasar karbon, dan sektor logistik. Dengan demikian, rekomendasi kerangka strategis NG-Blockchain Indonesia diusulkan oleh Dewan TIK Nasional sebagai upaya strategis dalam proses transisi Pemerintah Indonesia menuju ekosistem blockchain yang selaras dan terintegrasi dengan baik secara Nasional.

1. Konteks dan Motivasi

Blockchain merupakan sebuah sistem basis data terdistribusi yang menyimpan informasi tentang aset digital dan transaksi dalam jaringan *peer-to-peer*. Teknologi blockchain digunakan dengan cara yang lebih modern dan inovatif untuk melindungi, menyimpan, dan mengirimkan data [1]. Data yang berada di dalam blockchain diamankan dengan kriptografi menggunakan rantai blok yang saling terhubung. Berbeda dengan sistem manajemen basis data relasional yang terpusat, blockchain menyimpan data pada beberapa *node*, dan proses ini dikenal sebagai buku besar terdistribusi terbuka atau *distributed open ledger* [2]. Sebagai sebuah buku besar yang terdistribusi, teknologi blockchain mampu menyimpan semua informasi mengenai transaksi yang dilakukan dan mudah untuk dilacak. Teknologi yang bersifat disruptif ini diharapkan mampu mengubah banyak model bisnis yang ada atau menciptakan model bisnis baru yang berdampak signifikan pada berbagai industri [3].

Saat ini, minat dan investasi dalam pemanfaatan teknologi blockchain telah meningkat baik di sektor pemerintah maupun sektor industri, dengan tujuan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi. Berdasarkan laporan dari PBB yang terdapat pada penelitian [3], terdapat potensi penggunaan blockchain di sektor pemerintahan, seperti manajemen identitas, registrasi pertanahan, pertukaran energi dan air, serta pengiriman uang dan pajak. Teknologi blockchain dapat digabungkan dan diintegrasikan dengan kecerdasan buatan serta analisis *big data* untuk mendukung pemerintah dalam mengambil keputusan yang berbasis data [4]. Pemerintah yang mengimplementasikan teknologi blockchain dapat mengubah proses bisnisnya, meningkatkan efisiensi dan keamanan, serta memperbaiki pengelolaan layanan publik [5]. Berbagai manfaat yang muncul dari implementasi blockchain pada ujungnya mendorong pemerintahan yang lebih transparan dan akuntabel sehingga mampu membangun kepercayaan publik.

Pemanfaatan teknologi blockchain oleh pemerintah di dunia saat ini begitu bervariasi tergantung pada berbagai bidang di sektor pemerintahan. Hal ini merupakan dampak dari adopsi teknologi blockchain sedang berkembang pesat di seluruh dunia. Menurut Verified Market Research [6], nilai pasar blockchain di sektor pemerintahan bernilai USD 153,9 juta pada tahun 2021 dan diproyeksikan mencapai USD 18,15 miliar pada tahun 2030,

tumbuh dengan tingkat pertumbuhan rata-rata tahun sebesar 81,12% dari tahun 2022 hingga 2030.

Dalam rangka mendukung percepatan transformasi digital di Pemerintahan Indonesia, pemanfaatan teknologi blockchain memiliki peran yang menjanjikan di masa mendatang. Sejalan dengan itu, blockchain memungkinkan pemerintah untuk menciptakan *value* baru dalam pelaksanaan layanan publik maupun layanan administrasi pemerintah yang lebih transparan, tertelusur, dan dapat dipercaya. Kementerian PPN/Bappenas sendiri telah mengeluarkan strategi dan kerangka kerja kebijakan transformasi digital yang mengarah pada RPJMN 2020-2024 dengan adanya tiga pilar yaitu infrastruktur digital, utilisasi digital, dan *enablers*. Inisiatif-inisiatif pemerintah yang berkaitan dengan blockchain nantinya akan masuk ke dalam pilar *enablers*. Sejauh ini, penerapan blockchain di Pemerintahan Indonesia masih dalam tahap inisiasi awal dan hanya dilakukan oleh Kementerian atau lembaga tertentu. Sebagai contoh pada Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP), menginisiasi pemanfaatan teknologi blockchain untuk memperkuat sistem belanja pemerintah yang transparan dan akuntabel [7]. Selain itu, Kementerian ATR/BPN juga menyampaikan bahwa akan diterapkannya sertifikat elektronik pertanahan yang aman menggunakan teknologi blockchain [8]. Dalam rangka pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan, maka perlunya mengelaborasi teknologi blockchain dengan penyelenggaraan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) dan Satu Data Indonesia.

Pemerintah di negara lain mulai mengeksplorasi potensi manfaat dari implementasi teknologi blockchain ke dalam sektor pemerintahan. Beberapa negara juga telah sukses dalam penggunaan teknologi blockchain pada implementasi *e-government*. Blockchain diyakini mampu memiliki manfaat yang besar bagi sektor pemerintahan antara lain integritas data, kualitas data, menghindari manipulasi data, serta meningkatkan kepercayaan, keamanan, dan privasi [9]. Di Inggris Raya, blockchain telah berkontribusi pada industri makanan dan pertanian untuk meningkatkan transparansi data dan efisiensi bagi pemasok, pengolah, dan konsumen [10]. Pada negara India, pengelolaan kepemilikan serta registrasi dan transfer catatan tanah dilakukan menggunakan blockchain [11]. Kemudian blockchain dimanfaatkan melalui sistem portal untuk layanan pemerintah dan administrasi sipil di Tiongkok [12]. Estonia menjadi salah satu negara

terkemuka dalam melakukan pengelolaan catatan kesehatan warga negaranya melalui pemanfaatan blockchain [13]. Salah satu negara di Asia Tenggara, Singapura memanfaatkan blockchain untuk menciptakan *platform* yang berguna untuk menerbitkan dan memvalidasi sertifikat akademik [14]. Di masa mendatang, setiap negara perlu menggali lebih dalam potensi pemanfaatan teknologi blockchain sebagai *platform* di berbagai aplikasi yang mendukung sektor pemerintahan.

Pemanfaatan teknologi blockchain di Pemerintahan Indonesia tentunya membutuhkan suatu kebijakan atau regulasi. Dengan kata lain, kebijakan atau regulasi ini menjadi landasan hukum dalam pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan di Indonesia. Peraturan atau regulasi yang berkaitan dengan blockchain di Indonesia saat ini hanya berkaitan dengan aset kripto. Hal ini tertuang pada Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 99 Tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Perdagangan Berjangka Aset Kripto serta pada Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 5 Tahun 2019 Tentang Ketentuan Teknis Penyelenggaraan Pasar Fisik Aset Kripto di Bursa Berjangka. Dengan kata lain, sampai saat ini Indonesia masih belum memiliki peraturan atau regulasi terkait pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan. Harapan ke depannya, Pemerintah Indonesia dapat memiliki peraturan atau regulasi terkait pemanfaatan blockchain di sektor pemerintahan untuk memfasilitasi adopsi teknologi ini sehingga Pemerintah Indonesia mampu memperkuat fondasi untuk bertransformasi dari negara berkembang menjadi negara maju.

Kajian ini menyajikan analisis peluang dan tantangan implementasi teknologi blockchain di Pemerintahan Indonesia. Kajian ini disusun sebagai upaya untuk mempromosikan pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengeksplorasi tren teknologi blockchain saat ini. Kami menganalisis perkembangan blockchain di Pemerintahan Indonesia saat ini serta isu dan peluang pemanfaatan blockchain di beberapa sektor pemerintahan. Selain itu, kajian ini juga membahas mengenai bagaimana implementasi blockchain di negara lain dan rekomendasi implementasi blockchain di Pemerintahan Indonesia. Ke depannya Pemerintah Indonesia diharapkan mampu mengimplementasikan teknologi blockchain dengan masif agar terciptanya peningkatan kualitas dan transparansi layanan digital publik dan pemerintahan yang lebih baik.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan konteks dan motivasi yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi untuk kebutuhan penyusunan Kajian ini yaitu:

1. Bagaimana perkembangan teknologi di bidang blockchain serta bagaimana pemanfaatannya untuk sektor pemerintahan?
2. Bagaimana regulasi dan peraturan perundang-undangan yang terkait dengan pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan saat ini?
3. Bagaimana aspek kelembagaan dan pendanaan dapat mendukung pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan?

Tujuan

Tujuan dari penyusunan Kajian Blockchain untuk Pemerintahan sebagai berikut:

1. **Mengetahui gambaran umum teknologi blockchain** sebagai acuan pengetahuan tentang blockchain.
2. **Memberikan gambaran perkembangan blockchain di Pemerintahan Indonesia saat ini** untuk mengetahui sejauh mana pemanfaatan, regulasi, inisiatif, tantangan, dan hambatan blockchain di Pemerintahan Indonesia.
3. **Memberikan analisis isu dan peluang pemanfaatan blockchain di beberapa sektor pemerintahan** sebagai referensi bagi pemerintah pusat terkait adopsi teknologi blockchain;
4. **Memberikan gambaran *State-of-the-art* implementasi blockchain** berdasarkan perkembangan dan pengalaman negara lain, serta teori dan *best practices*; dan
5. **Merumuskan rekomendasi implementasi blockchain di Pemerintahan** sebagai upaya pengembangan blockchain di lingkungan instansi pemerintah di Indonesia.

Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan Kajian Blockchain ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat bagi Instansi Pemerintah yaitu dapat menggunakan hasil kajian ini sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan adopsi teknologi *blockchain* di Indonesia dalam rangka menghadapi transformasi digital di Pemerintahan.

2. Manfaat bagi praktisi yaitu sebagai referensi untuk melakukan riset lebih lanjut mengenai implementasi *blockchain* di Pemerintahan Indonesia dalam upaya transformasi digital.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup dibutuhkan agar Kajian *Blockchain* ini lebih berfokus pada isu yang diangkat menjadi topik utama. Beberapa batasan penelitian yang diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Pembahasan layanan publik dalam kajian ini merupakan layanan publik yang diselenggarakan di sektor pemerintahan.
2. Hasil akhir dari kajian ini adalah kajian literatur dan analisis rekomendasi dari perbandingan *best practices* dan *lesson learned* penerapan teknologi *blockchain* di pemerintahan di beberapa negara.

Struktur Kajian

Kajian *Blockchain* ini disusun berdasarkan struktur yang telah ditentukan sebagai berikut:

- **Bagian 1** menjelaskan mengenai konteks dan motivasi dari penyusunan kajian ini yang di dalamnya mencakup tujuan, manfaat, ruang lingkup, dan struktur kajian.
- **Bagian 2** menyajikan penjelasan mengenai tahap kegiatan, panduan prinsip, serta *timeline* kegiatan dari penyusunan kajian ini.
- **Bagian 3** menjelaskan bagaimana gambaran umum dari teknologi *blockchain*.
- **Bagian 4** menyajikan penjelasan mengenai sejauh mana perkembangan *blockchain* di Pemerintahan Indonesia saat ini yang meliputi pemanfaatan *blockchain*, regulasi, inisiatif *blockchain*, serta tantangan dan hambatan.
- **Bagian 5** menjelaskan bagaimana isu dan peluang yang bisa dijabarkan untuk pemanfaatan *blockchain* di beberapa sektor Pemerintahan Indonesia.
- **Bagian 6** menyajikan hasil *benchmarking* dari adopsi *blockchain* di pemerintahan yang ada di beberapa negara.
- **Bagian 7** menyajikan suatu rekomendasi yang meliputi kerangka kerja *blockchain* nasional, Rincian strategi pengembangan *blockchain*, dan Rincian strategi pemanfaatan *blockchain* pada sektor terpilih.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk merencanakan, melaksanakan, dan menganalisis kajian ini. Metodologi penelitian mencakup langkah-langkah yang diambil untuk mengumpulkan data, menganalisisnya, dan menyimpulkan temuan penelitian. Dalam penyusunan Kajian ini, dilakukan penelitian dengan menggunakan metode pendekatan yuridis normatif. Metode ini dilakukan melalui studi literatur yang mengobservasi dan menelaah data sekunder, berupa bahan hukum primer, bahan hukum sekunder, dan bahan hukum tersier. Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai data sekunder seperti peraturan perundang-undangan terkait, baik di tingkat undang-undang maupun peraturan pelaksanaannya dan berbagai dokumen hukum terkait. Guna melengkapi studi literatur, dilakukan juga metode pendekatan kualitatif normatif melalui diskusi dan pengumpulan data dengan mengundang atau mengunjungi berbagai pihak berkepentingan atau *stakeholders* terkait. *Stakeholder* yang dilibatkan berasal dari bidang akademis, bisnis, pemerintah, dan komunitas. Adapun studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan data dalam penelitian kepustakaan dengan menggunakan studi dokumen dengan perolehan sumber data dari:

1. Bahan Hukum Primer, yaitu bahan hukum yang mengikat berupa UUD Negara Republik Indonesia 1945, Peraturan Perundang-undangan dan dokumen hukum lain yang berkaitan dengan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) secara umum dan dengan penyelenggaraan TIK secara khusus selama ini.
2. Bahan Hukum Sekunder, yaitu penjelasan atas bahan hukum primer seperti hasil penelitian, pengkajian, serta rujukan lainnya yang berkaitan dengan masalah yang diidentifikasi. Metode yuridis normatif dilengkapi dengan pelaksanaan diskusi yaitu *focus group discussion* (FGD), dan rapat dengan *stakeholders* terkait dalam rangka mempertajam kajian dan analisis. Di samping itu, dilakukan pendekatan komparatif dengan membandingkan secara substantif pengaturan dan pemanfaatan blockchain untuk sektor pemerintahan di Indonesia dan negara lain. Pengolahan data dilakukan secara kualitatif. Bahan hukum tertulis yang telah terkumpul kemudian disusun secara sistematis menjadi dokumen kajian yang dapat menjawab permasalahan yang diajukan.

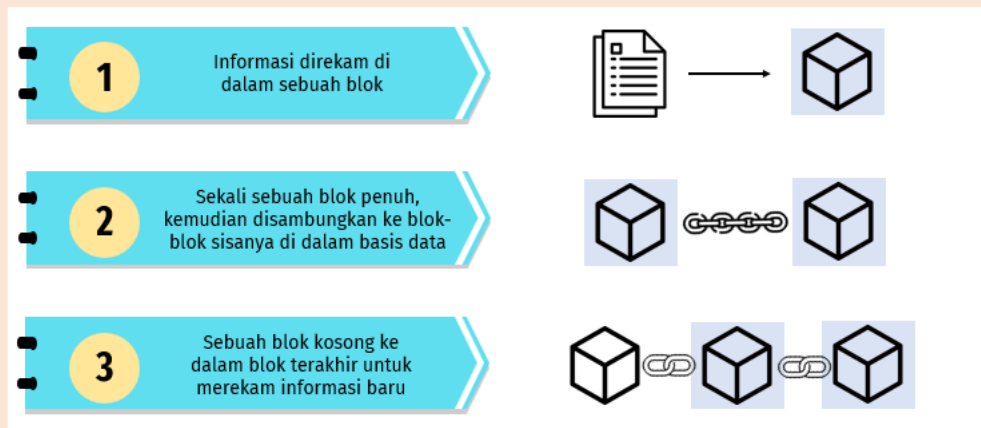
3. Gambaran Umum Teknologi Blockchain

Blockchain adalah teknologi yang menjadi perbincangan dunia pada beberapa tahun terakhir. Konsep dasar dari *blockchain* adalah struktur data terdistribusi yang berisi serangkaian catatan transaksi yang aman dan tidak dapat diubah. Teknologi *blockchain* ini telah digunakan sebagai dasar dari mata uang digital seperti Bitcoin, tetapi juga memiliki potensi yang luas untuk diterapkan di berbagai sektor seperti finansial, kesehatan, hingga pemerintahan. Pada bagian ini, akan dibahas gambaran umum tentang teknologi *blockchain*, termasuk konsep dasar, karakteristik, keunggulan dan kelemahan, manfaat, serta tantangan dari teknologi *blockchain*.

Pengertian dan Definisi Blockchain

Teknologi ini menjadi terkenal setelah diperkenalkan dan digunakan dalam *cryptocurrency* seperti Bitcoin. Bitcoin diperkenalkan pada tahun 2008 oleh Nakamoto [15] sebagai sistem pembayaran elektronik pertama yang tidak membutuhkan campur tangan pihak ketiga, menggunakan jaringan *peer-to-peer* terdesentralisasi dan terdistribusi. Satoshi Nakamoto menggunakan istilah "*Block*" dan "*chain*" secara terpisah, dan kemudian digunakan secara kolektif ketika teknologi ini semakin populer. "*Block*" mengacu pada kumpulan informasi termasuk transaksi dan informasi terkait lainnya, sedangkan "*chain*" mengacu pada koneksi atau tautan antara blok-blok ini menggunakan kode *hash* kriptografi. Teknologi ini semakin aman karena blok-blok tersebut terhubung secara kriptografi. Keberhasilan Bitcoin mendorong industri lain untuk memanfaatkannya. Secara umum blockchain digambarkan seperti pada Gambar 3.1.

Blockchain merupakan basis data secara daring yang populer digunakan untuk transaksi mata uang kripto, menyimpan informasi secara kronologis, tertelusur di dalam blok-blok



Gambar 3.1 Penjelasan Teknologi Blockchain [16]

Menurut NIST [17], Blockchain adalah buku besar digital terdistribusi dari transaksi yang ditandatangani secara kriptografi yang dikelompokkan ke dalam blok-blok. Setiap blok terhubung secara kriptografi dengan blok sebelumnya (menjadikannya sulit dimanipulasi) setelah melalui validasi dan keputusan konsensus. Seiring ditambahkannya blok-blok baru, blok-blok lama menjadi semakin sulit dimodifikasi (menciptakan ketahanan terhadap manipulasi). Blok-blok baru direplikasi pada salinan buku besar dalam jaringan, dan setiap konflik diselesaikan secara otomatis dengan menggunakan aturan yang telah ditetapkan. Buku besar terdistribusi yang terbuka dan dapat merekam transaksi antara dua pihak dengan efisien, verifikasi dan permanen [18].

Gartner → Menurut Gartner [19], blockchain adalah daftar yang terus berkembang dari catatan transaksi yang ditandatangani secara kriptografi dan tidak dapat dibatalkan yang dibagikan oleh semua peserta dalam jaringan. Setiap catatan mengandung cap waktu dan tautan referensi ke transaksi sebelumnya. Dengan informasi ini, siapa pun yang memiliki hak akses dapat melacak kembali peristiwa transaksi pada titik mana pun dalam sejarahnya, yang dimiliki oleh setiap peserta. Blockchain adalah satu desain arsitektur dari konsep yang lebih luas tentang buku besar terdistribusi.



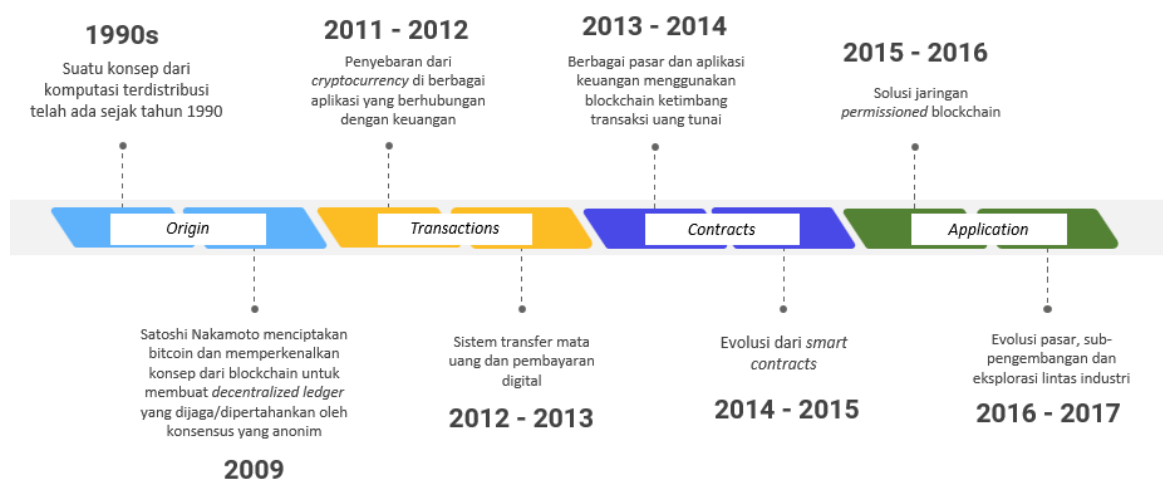
→ Menurut IBM [20], blockchain adalah buku besar bersama yang tidak dapat diubah yang memudahkan proses pencatatan transaksi dan pelacakan aset dalam jaringan bisnis. Aset dapat berupa barang fisik (rumah, mobil, uang tunai, tanah) atau tidak berwujud (kekayaan intelektual, paten, hak cipta, merek). Hampir semua hal yang memiliki nilai dapat dilacak dan diperdagangkan pada jaringan blockchain, mengurangi risiko dan memotong biaya bagi semua yang terlibat.



→ Menurut McKinsey [21], blockchain adalah teknologi yang memungkinkan berbagi informasi yang aman. Data, tentu saja, disimpan dalam *database*. Transaksi dicatat dalam buku rekening yang disebut buku besar. Blockchain memungkinkan pencatatan data dan transaksi yang permanen, tidak dapat diubah, dan transparan. Ini, pada gilirannya, membuat mungkin untuk bertukar apa pun yang memiliki nilai, baik itu barang fisik atau sesuatu yang kurang berwujud.

Sejarah Perkembangan Blockchain

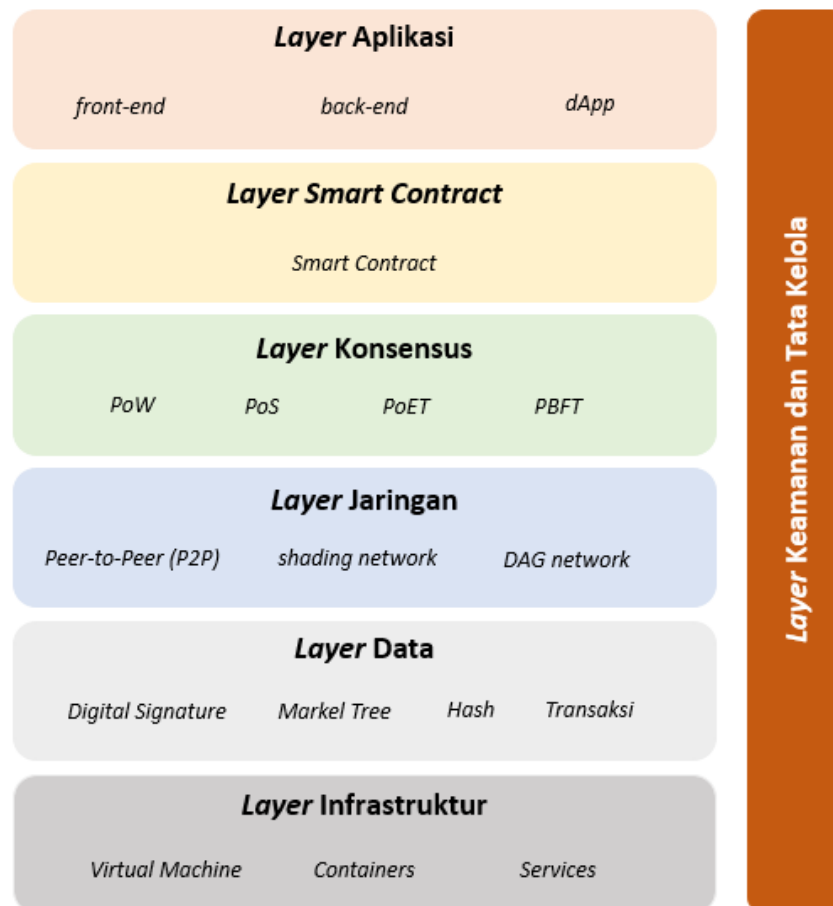
Meskipun sejarahnya singkat, saat ini blockchain sedang mengalami kenaikan pesat dalam agenda perusahaan dan juga di media. Kesadaran umum dapat sebagian besar dikaitkan dengan aplikasi aslinya sebagai teknologi dasar dari mata uang digital, terutama bitcoin. Berikut sejarah perjalanan blockchain dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sejarah perjalanan blockchain [22]

Konsep Dasar Blockchain

Semua blockchain bekerja untuk membuat *node* terdesentralisasi mencapai kesepakatan tentang urutan total transaksi melalui kriptografi dan mekanisme konsensus yang mendasarinya. Secara teknis, blockchain umumnya dibagi menjadi dua kategori: *permissionless* atau *permissioned*. *Permissionless* blockchain memungkinkan siapa saja untuk berpartisipasi, dianggap "terbuka," dan memiliki kepercayaan yang diberikan oleh algoritma. Sebaliknya, *permissioned* blockchain biasanya "pribadi" atau "konsorsium" dan identitas semua peserta diketahui tetapi tidak ada peserta yang harus dipercayai. Blockchain dapat dibagi menjadi beberapa lapisan berbeda [23] [24], yang ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Lapisan Arsitektur Blockchain

Teknologi yang mendasari lapisan Blockchain meliputi transaksi, blok, konsensus, aplikasi, dan kontrak pintar. Semua komponen ini dipisahkan ke dalam lapisan yang

berbeda-beda yang setara dengan ekosistem blockchain. Aspek kunci dari blockchain dapat dibagi menjadi enam lapisan yang tercantum sebagai berikut: lapisan jaringan, transaksi, blockchain, kepercayaan, aplikasi, dan keamanan. Setiap lapisan ini memiliki properti dan karakteristik yang berbeda-beda (lihat Gambar 3.3).

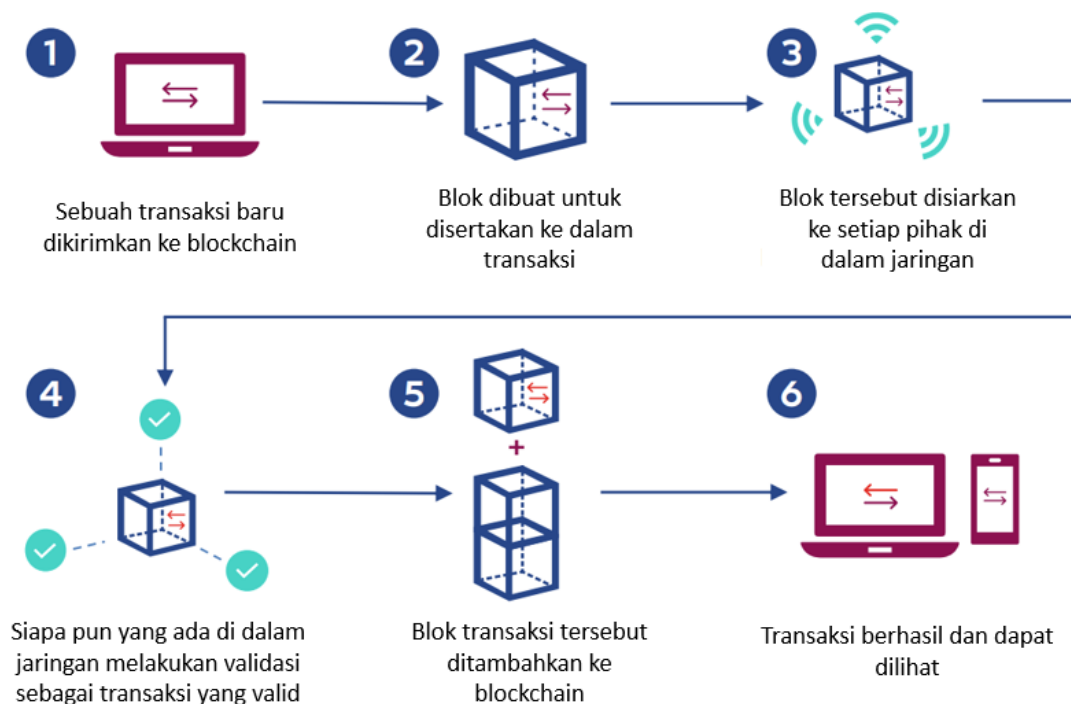
Lapisan 2 dari blockchain adalah kontrak pintar, yang pada dasarnya merupakan kode perangkat lunak. Kontrak pintar menyediakan antarmuka bagi pengembang blockchain untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi baru. Kontrak pintar kemudian dapat memfasilitasi, memverifikasi, atau menegakkan eksekusi transaksi bisnis. Kontrak pintar dapat dianggap sebagai program yang menghubungkan protokol konsensus yang mendasari dengan lapisan 3, aplikasi, dan kasus penggunaannya.

Blockchain vs. Database

Basis data atau *database* modern sering dirancang agar dapat direplikasi dan didistribusikan untuk mencapai keandalan yang tinggi [23]. Metode yang paling umum adalah replikasi utama sampai *backup*, di mana data direplikasi sebagai salinan di beberapa server atau mesin virtual. Ketika satu salinan hilang, salinan tambahan tersedia untuk melanjutkan layanan. Ini memiliki kesamaan tertentu dengan sistem blockchain, dengan tiga perbedaan utama. Pertama, *database* terdistribusi berfokus pada pengelolaan data. Sebaliknya, blockchain bertujuan untuk memastikan keamanan data. Kedua, sistem blockchain bertujuan untuk dapat mengatasi kegagalan byzantine / sembarang, sedangkan *database* terdistribusi biasanya hanya mengatasi kegagalan *crash*. Ketiga, sistem blockchain bertujuan untuk mencapai jaminan keberadaan data yang paling kuat di beberapa mesin, sedangkan *database* terdistribusi biasanya hanya mencapai jaminan keberadaan data yang lebih lemah, seperti keberadaan data yang bersifat kausal.

Bagaimana Teknologi Blockchain Bekerja

Blockchain merupakan sebuah teknologi yang mengalami transformasi mendasar dalam operasi sistem transaksi dengan memindahkan model dari terpusat ke terdesentralisasi yang memiliki keamanan, transparansi, dan efisiensi biaya yang lebih baik [22]. Dengan kemampuannya dalam menghilangkan perantara, Blockchain berpotensi untuk mengubah dan menciptakan bisnis baru yang dapat mengganggu model bisnis yang sudah ada (lihat Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Bagaimana Blockchain Bekerja?

Pada dasarnya, teknologi blockchain adalah sebuah struktur data yang terorganisir dalam bentuk daftar terurut kronologis dari "blok" yang saling terhubung secara kriptografi, sehingga tidak dapat dimanipulasi atau diubah (permanen) [25]. Setiap blok berisi data yang hanya akan ditambahkan ke dalam *ledger* jika mayoritas peserta setuju (konsensus) atas validitasnya. Dengan sifat terdistribusi, risiko kegagalan sistem tunggal dapat dieliminasi dan sifat tidak dapat dimanipulasi memastikan bahwa blok tidak dapat dimanipulasi atau dipalsukan dengan cara yang tidak benar, sehingga meningkatkan tingkat keamanan dan transparansi secara keseluruhan. Langkah-langkah bagaimana blockchain bekerja dijelaskan secara rinci pada gambar 3.4.

Tipe Blockchain

Banyak literatur yang membagi tipe-tipe *blockchain* menjadi beberapa bagian. Mengacu pada [26] [27], semua blockchain dapat diklasifikasi menjadi tiga kategori, yaitu

1. *Public Blockchain*

Public blockchain beroperasi di lingkungan terbuka terdesentralisasi di mana tidak ada batasan jumlah orang yang bergabung dengan jaringan (sebagai *peer* atau *validator*).

2. *Private Blockchain*

Private blockchain merupakan jaringan dengan satu entitas sebagai pengendali yang memiliki kekuatan untuk menentukan siapa yang akan berpartisipasi dalam jaringan dan hak mereka untuk menambahkan informasi ke buku besar atau *ledger*

3. *Consortium Blockchain*

Consortium blockchain beroperasi di lingkungan di mana hak untuk mengontrol siapa yang berpartisipasi dan apa yang dapat ditranskripsikan ke *ledger* yang ditentukan oleh kumpulan entitas yang dikenal

Fitur Blockchain

Blockchain, berkat desain dan arsitekturnya, menawarkan beberapa manfaat yang melekat yang telah dicari oleh industri dalam waktu yang cukup lama. Sifat terdistribusinya Blockchain membawa banyak transparansi dalam pemrosesan dan dengan demikian mengurangi kebutuhan untuk verifikasi dan otorisasi manual.



Gambar 3.5 Fitur-Fitur Utama Blockchain [28]

Blockchain, sebuah teknologi revolusioner, memiliki sejumlah fitur utama yang menjadikannya pilar dalam inovasi teknologi dan aplikasi bisnis masa depan. Salah satunya adalah desentralisasi, yang berarti data tidak dikendalikan oleh satu entitas sentral, melainkan tersebar di seluruh *node* jaringan. Fitur ini mengurangi risiko kegagalan tunggal dan meningkatkan keandalan sistem. Selain itu, blockchain juga

menghadirkan fitur *distributed ledger* atau buku besar terdistribusi, yang memungkinkan setiap peserta dalam jaringan memiliki salinan lengkap dari buku besar transaksi, menciptakan tingkat transparansi yang tinggi. Keamanan adalah fitur kunci lainnya; blockchain menggunakan kriptografi untuk melindungi data dan menjadikannya sangat sulit untuk dimanipulasi. Keberadaan *smart contracts*, yang adalah perjanjian otomatis yang dieksekusi ketika kondisi tertentu terpenuhi, juga merupakan fitur penting yang memungkinkan otomatisasi bisnis. Keandalan tinggi, efisiensi, dan dukungan untuk berbagai kasus penggunaan adalah beberapa fitur tambahan yang membuat blockchain sangat relevan dan bermanfaat di berbagai sektor, dari keuangan hingga rantai pasokan dan kesehatan. Dengan kombinasi fitur-fitur ini, blockchain terus menjadi fondasi untuk inovasi baru dan transformasi bisnis yang signifikan.

Kelebihan dan Kekurangan Teknologi Blockchain

Blockchain memiliki potensi untuk mendisrupsi segala bentuk transaksi yang memerlukan informasi untuk dipercayai. Hal ini berarti bahwa semua perantara kepercayaan, seperti yang ada saat ini, dapat terkena gangguan dalam bentuk apa pun dengan munculnya teknologi blockchain. Menurut PWC [29], ada beberapa kelebihan yang membuat teknologi blockchain ini menjadi unik, antara lain

1. *Shared ledger*, ini merupakan sistem terdistribusi yang hanya dapat ditambahkan saja, yang dibagikan di seluruh jaringan bisnis, sehingga membuat sistem ini tangguh dan dapat menghilangkan *single point of failure*.
2. Konsensus, sebuah transaksi hanya dikonfirmasi ketika semua pihak sepakat yang telah diverifikasi oleh jaringan.
3. *Provenance*, seluruh riwayat suatu aset tersedia melalui blockchain.
4. *Immutability*, catatan-catatan atau *records* tidak dapat dihapus atau diubah setelah ditambahkan ke dalam buku besar bersama atau *shared ledger*, sehingga membuat semua informasi yang ada menjadi dapat dipercaya.
5. *Finality*, setelah sebuah transaksi diselesaikan melalui blockchain, transaksi tersebut tidak dapat dibatalkan lagi.
6. *Smart contracts*, kode dibangun dalam blockchain yang dijalankan oleh komputer/*node* berdasarkan pada suatu peristiwa yang memicunya dan dieksekusi secara otomatis.

Selain itu, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Thomas Kitsantas [30], terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dari implementasi teknologi *blockchain* yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Ringkasan Kelebihan dan Kekurangan dari Teknologi Blockchain

Kelebihan	Kekurangan
Data integrity and immutability: Peserta dapat mengurangi penipuan (<i>fraud</i>) sambil memperkuat kepatuhan regulasi. Setelah sebuah catatan (<i>record</i>) disimpan di dalam buku besar (<i>ledger</i>), catatan tersebut hanya dapat dihapus setelah tercapai konsensus	Isu biaya: Teknologi blockchain memiliki biaya awal dan penggunaannya tidak gratis, yang merupakan kekurangan dari desentralisasi. Pengguna harus membayar untuk transaksi dan daya komputasi yang digunakan.
Keamanan: Semua transaksi akan memiliki cap waktu digital dengan kode <i>hash</i> kriptografi, yaitu tanda tangan unik berupa kombinasi huruf dan angka sebanyak 64 digit yang direkam untuk setiap transaksi.	Isu kelemahan data: Kelemahan data atau <i>data malleability</i> adalah masalah potensial dalam implementasi blockchain. Tanda tangan digital tidak memberikan jaminan kepemilikan yang pasti. Seorang penyerang dapat memodifikasi dan menyiarkan kembali suatu transaksi yang dapat menyebabkan masalah dalam konfirmasi transaksi.
Ketersediaan dan aksesibilitas tinggi: Karena jaringan terdesentralisasi, data Teknologi Blockchain akan lengkap, tepat waktu, dan akurat.	Isu latensi: Faktor waktu adalah salah satu masalah yang paling krusial dalam implementasi blockchain, karena tidak cocok untuk transaksi massal, karena proses verifikasi yang kompleks.
Keandalan: Teknologi blockchain tidak diatur oleh satu kontrol pusat dan tidak ada <i>single point of failure</i>	Pemborosan sumber daya: Memerlukan jumlah energi yang besar. Pengeluaran energi dalam aktivitas penambangan di jaringan bitcoin mencapai sekitar \$15 juta per hari.
Desentralisasi: Blockchain adalah teknologi terdesentralisasi untuk transaksi <i>peer-to-peer</i> yang menghilangkan kebutuhan akan pihak ketiga sebagai perantara, menghindari semua biaya tambahan dan biaya transaksi yang berlebih.	Kekhawatiran terkait integrasi: Teknologi Blockchain menawarkan solusi yang memerlukan perubahan signifikan pada <i>legacy system</i> yang ada agar dapat diintegrasikan.

Kelebihan	Kekurangan
Transparansi dan konsensus: Semua transaksi yang dilakukan dengan menggunakan teknologi blockchain adalah transparan bagi semua pihak dan memungkinkan dilakukannya audit kapan saja. Buku besar bersama mencakup detail sumber asli, tujuan, waktu, dan tanggal transaksi.	Immaturity dari teknologi: Blockchain adalah teknologi baru yang mewakili pergeseran lengkap ke jaringan terdesentralisasi dan dapat mengakibatkan transformasi organisasi, termasuk perubahan dalam strategi, struktur, proses, dan budaya.
Automasi: Teknologi blockchain menggunakan <i>smart contract</i> yang merupakan perintah kode yang dapat disimpan dan dieksekusi otomatis di blockchain.	Ketergantungan pada internet: Karena blockchain merupakan jaringan terdistribusi, maka ketergantungan pada internet sangat tinggi. Jika terjadi gangguan pada jaringan internet, maka blockchain tidak dapat berfungsi dengan baik.
Waktu pemrosesan: Dengan menggunakan teknologi Blockchain, waktu pemrosesan transaksi atau catatan dapat menjadi hitungan menit atau detik.	Skalabilitas: Saat ini, blockchain masih memiliki masalah dalam skalabilitas, sehingga ketika jumlah transaksi semakin besar, waktu pemrosesan transaksi dapat menjadi lebih lambat.

Manfaat dan Tantangan Adopsi *Blockchain* oleh Pemerintah

Blockchain adalah teknologi yang dapat memecahkan masalah kepercayaan antara pihak yang tidak saling percaya tanpa memerlukan perantara. Teknologi ini memiliki potensi untuk memungkinkan bisnis transaksi baru di hampir semua industri, karena dapat memfasilitasi interaksi langsung antara entitas yang tidak saling percaya, meningkatkan keamanan, dan mengurangi biaya. Selain itu, blockchain juga meningkatkan penelusuran dan efisiensi transaksi, serta dapat memiliki dampak positif pada banyak sektor pemerintahan dan swasta. Beberapa manfaat teknologi blockchain secara umum [25] antara lain,

1. **Keamanan yang didesain**, *Blockchain* mampu menghilangkan satu titik kerentanan akan terjadinya kegagalan, mencegah transaksi yang diubah, dan menjaga integritas data pada buku besar atau *ledger*.
2. **Menciptakan pertukaran transaksi dengan value**. *Blockchain* membawa potensi untuk menjadi standar baru dalam pertukaran *value* antara *stakeholder/peer* yang terhubung sekaligus secara signifikan lebih cepat, hemat biaya dan tidak rumit.
3. **Meningkatkan *traceability* dan *auditability***. *Blockchain* memberikan bukti riwayat audit dan transaksi yang tidak dapat diubah. Ini membuat transaksi mudah dilacak, diverifikasi, dan mencegah kesalahan pada proses yang kompleks.
4. **Terciptanya penghematan biaya**. *Blockchain* dengan sifat distribusinya, hanya menambahkan fitur dan mekanisme konsensus serta menghilangkan perantara.
5. **Menciptakan otomatisasi dengan kemampuan kontrak *self-enforcing***. *Blockchain* mendukung pelaksanaan *smart contract* yang independen dan tidak dapat dibatalkan dari perjanjian/aturan digitalnya sendiri antara entitas.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Khan [4], dijelaskan bagaimana tantangan adopsi dari teknologi *blockchain* dan bagaimana pemerintah dapat mendorong inovasi, dengan beberapa manfaat yang dapat dihasilkan dari teknologi ini. Tabel 3.2 menyajikan manfaat dan tantangan dalam adopsi teknologi *blockchain* yang dihadapi oleh pemerintah

Tabel 3.2 Manfaat dan Tantangan Adopsi *Blockchain* oleh Pemerintah

Manfaat	Tantangan
Terciptanya pengurangan anggaran dan peningkatan efisiensi	Kurangnya ketersediaan infrastruktur TI
Terciptanya ketahanan dan integritas data	Kurangnya dukungan pemerintah
Adanya peningkatan akuntabilitas atau transparansi	Kurangnya kesadaran di kalangan <i>stakeholder</i> pemerintahan
Meningkatkan pemahaman dan kepercayaan	Kurangnya keahlian di bidang <i>blockchain</i>
Mengurangi regulasi yang tidak jelas	Keamanan dan privasi
Terciptanya otomatisasi dalam pengelolaan layanan pemerintah	Adanya isu pada standar, interoperabilitas, tata kelola, dan regulasi

4. Perkembangan Blockchain di Pemerintahan Indonesia Saat Ini

Pemerintah Indonesia saat ini tengah memperhatikan penggunaan teknologi blockchain untuk meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efisiensi di sektor publik. Berbagai inisiatif dan proyek sedang dikerjakan untuk menerapkan teknologi ini di berbagai bidang seperti logistik, keuangan, dan layanan publik. Dalam *outline* ini, akan dibahas perkembangan terkini tentang penggunaan blockchain di pemerintahan Indonesia. Mulai dari langkah-langkah yang telah diambil oleh pemerintah, program-program yang sedang berjalan, hingga manfaat dan tantangan yang terkait dengan penggunaan blockchain di sektor publik. Melalui pembahasan ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang perkembangan teknologi blockchain di Indonesia dan potensi yang dimilikinya untuk meningkatkan pelayanan publik.

Perkembangan Teknologi Blockchain di Indonesia Saat Ini

Tahun 2023 merupakan momentum berharga bagi pertumbuhan ekonomi digital global, di mana blockchain dipandang akan memainkan peran penting dalam masyarakat dan ekonomi. Pergerakan transisi masyarakat pada arah integrasi teknologi Web3 seperti blockchain serta produk-produk implementasinya di berbagai sektor perbankan, keuangan, manajemen rantai pasok, dan lainnya. Perkembangan implementasi tersebut telah membawa berbagai tren implementasi blockchain seperti Non-Fungible Token (NFT), Metaverse, Central Bank Digital Currency (CBDC), dan Decentralized Finance (DeFi).

Blockchain secara konsep merupakan infrastruktur yang mendukung konsensus pengguna sehingga mendorong keaktifan serta interaksi peserta jaringan/pemangku kepentingan yang terlibat. Hal tersebut yang menjadikan blockchain mencapai penerimaan yang signifikan di beberapa tahun terakhir. Berdasarkan laporan “Blockchain Technology: Global Strategic Business Report” oleh ResearchAndMarkets.com, nilai pasar untuk teknologi blockchain diperkirakan akan mencapai angka US\$77 miliar di

tahun 2030 dengan *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) sebesar 53.5% dari tahun 2022-2030 (Global Industry Analysts, Inc, 2023).

Sektor publik menjadi salah satu segmen industri yang diperkirakan akan mengalami peningkatan besar hingga 55.7% CAGR dan mencapai US\$57 miliar di akhir 2030. Sifat transparansi yang menjadi pusat pemrosesan akan memberikan nilai tambah dalam menjamin keamanan siber, optimalisasi proses birokrasi, mengurangi biaya, dan integrasi layanan yang terhubung sekaligus memperkuat akuntabilitas layanan publik. Dengan potensi dan peluang yang diberikan, Pemerintah di berbagai yurisdiksi berlomba-lomba untuk mengeksplorasi implementasi teknologi blockchain dalam menyelesaikan isu-isu strategis nasional maupun mempromosikan transformasi digital yang positif.

Regulasi yang Berkaitan dengan Blockchain di Indonesia

Regulasi atau peraturan yang terkait blockchain di Indonesia berasal dari perubahan yang terjadi di sektor keuangan dan teknologi informasi. Teknologi blockchain telah menjadi sorotan global sebagai sistem terdesentralisasi yang dapat memfasilitasi transaksi aman dan transparan, serta mempercepat efisiensi di berbagai sektor. Tetapi di Indonesia sendiri regulasi dan peraturan yang berkaitan dengan blockchain masih sebatas pada perdagangan aset kripto. Beberapa peraturan tersebut antara lain

1. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 99 Tahun 2018 tentang Kebijakan Umum Penyelenggaraan Perdagangan Berjangka Aset Kripto (*Crypto Asset*).
2. Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 2 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Pasar Fisik Komoditi di Bursa Berjangka.
3. Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 5 Tahun 2019 Tentang Ketentuan Teknis Penyelenggaraan Pasar Fisik Aset Kripto (*Crypto Asset*) di Bursa Berjangka.
4. Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 9 Tahun 2019 Tentang Perubahan atas Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 5 Tahun 2019 Tentang Ketentuan Teknis Penyelenggaraan Pasar Fisik Aset Kripto (*Crypto Asset*) Di Bursa Berjangka.
5. Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Badan Pengawas Perdagangan

Berjangka Komoditi Nomor 5 Tahun 2019 Ketentuan Teknis Penyelenggaraan Pasar Fisik Aset Kripto (*Crypto Asset*) di Bursa Berjangka.

Di samping itu, terdapat Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko. Dalam peraturan ini menetapkan aktivitas blockchain sebagai sub sektor penyelenggaraan sistem dan transaksi elektronik. Secara konsekuen memberlakukan Undang-Undang ITE dan PSE kepada aktivitas pengembangan blockchain. Kementerian Kominfo juga telah mengeluarkan peraturan yang berkaitan dengan blockchain melalui Permenkominfo Nomor 3 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Standar Produk pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Pos, Telekomunikasi dan Sistem dan Transaksi Elektronik.

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024 terdapat arahan mengenai fasilitas pendukung transformasi digital. Pada bagian ini dinyatakan bahwa dapat diadopsinya pemanfaatan teknologi global bersifat lintas sektor. Hal ini membuat blockchain dapat menjadi salah satu teknologi yang berperan untuk peningkatan transformasi digital. Peraturan selanjutnya yaitu Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik. Walaupun teknologi blockchain tidak dijabarkan secara spesifik di dalam peraturan ini, tetapi teknologi blockchain dapat dimanfaatkan untuk mendukung penyelenggaraan SPBE itu sendiri. Peraturan lainnya yaitu Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2019 tentang Satu Data Indonesia di mana nantinya pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan perlu memerhatikan prinsip-prinsip serta standarisasi data yang ada di dalam peraturan ini.

Di sisi lain, dapat disimpulkan bahwa belum adanya regulasi atau peraturan terkait pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan di Indonesia. Sehingga perlu diperhatikan bahwa regulasi dan peraturan terkait blockchain di Indonesia masih terus berkembang ke depannya sesuai dengan pemanfaatannya. Pemerintah dan otoritas terkait perlu menyusun regulasi dan peraturan terkait dengan pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan untuk dapat menunjang layanan yang lebih aman dan transparan.

Inisiatif Blockchain yang Telah Dilakukan Pemerintah Indonesia

Pemerintah Indonesia melalui beberapa instansi Kementerian/Lembaga telah memulai serangkaian inisiatif yang menjanjikan dalam mengadopsi teknologi blockchain. Langkah-langkah ini mencerminkan komitmen pemerintah dalam menghadapi perubahan teknologi global dan memanfaatkannya untuk kepentingan negara. Berdasarkan hasil diskusi Wantiknas dengan BRAIN IPB University [31], beberapa instansi memang sudah memulai menerapkan teknologi *blockchain* pada proses bisnisnya. Tetapi hal ini masih bersifat seporadis dan *silo-silo* tanpa adanya koordinasi secara nasional. Selain itu penggunaan *blockchain* yang banyak saat ini di sektor keuangan yaitu aset kripto yang diatur oleh Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi (Bappebti).

Dari paparan yang telah disampaikan oleh BRAIN IPB University [32], berikut beberapa contoh inisiatif/*use case* dan implementasi *blockchain* di Indonesia:

1. Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional

Kementerian ATR/BPN telah memulai program transformasi digital dengan nama Digitalisasi Melayani. Dalam upaya meningkatkan kualitas pelayanan publik di sektor pertanahan, Kementerian ATR/BPN membuat aturan tentang penerbitan dokumen elektronik di dalam kegiatan pertanahan. Penerbitan sertifikat elektronik pertanahan akan disimpan dengan metode *blockchain*. Saat ini, Kementerian ATR/BPN telah menerbitkan sertifikat tanah elektronik untuk Barang Milik Negara (BMN), Barang Milik Daerah (BMD), dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) [33].

2. Kementerian Keuangan

Penerapan teknologi blockchain di Kementerian Keuangan telah menjadi salah satu inovasi penting dalam upaya meningkatkan transparansi, efisiensi, dan keamanan dalam pengelolaan keuangan publik. Salah satu lembaga di bawah Kementerian Keuangan yang telah bekerja sama dengan BRAIN IPB University terkait dengan inisiatif *blockchain* yaitu Lembaga National Single Window (LNSW).

LNSW meluncurkan Indonesia National Single Window (INSW) yang merupakan sistem yang akan melakukan integrasi informasi berkaitan dengan proses penanganan dokumen kepabeanan, Penanganan dokumen kepabeanan, dokumen kekarantinaan, dokumen perizinan, dan dokumen lain, yang terkait dengan ekspor dan/atau impor secara elektronik. Sistem ini menjamin keamanan data dan informasi

serta memadukan alur dan proses informasi antar sistem internal secara otomatis. Pemanfaatan *blockchain* di INSW adalah bagian dari proyek RISPRO (Riset Inovatif Produktif) dan didanai oleh LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan). Penerapan *blockchain* di tahun pertama dari INSW berfokus pada proses bisnis *delivery order* (pencatatan dokumen *delivery order*).

3. Kementerian Agama

Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) Kementerian Agama telah melakukan kerja sama dengan BRAIN IPB University untuk mengeksplorasi pemanfaatan *blockchain* dalam layanan sertifikasi halal. BPJPH mencoba menghadirkan layanan halal sebaik mungkin transformasi digital berbasis data dan teknologi informasi [34].

Sementara itu, bagi BPJPH, pemanfaatan *blockchain* telah dijadikan sebagai *pilot project* demi terwujudnya layanan jaminan produk halal yang andal dan akurat. Harapan ke depannya, implementasi *blockchain* pada sertifikasi produk halal mampu memastikan sektor produk halal dapat terus berkontribusi bagi ketahanan ekonomi melalui peningkatan daya saing dan konektivitas perdagangan yang menopang bertumbuhnya ekonomi secara lebih cepat, lebih inklusif, dan berkelanjutan [35].

Sementara itu, Asosiasi Blockchain Indonesia atau ABI juga menganalisis bahwa dalam 2 (dua) tahun terakhir, Indonesia turut menyusun rencana dan mengembangkan implementasi *blockchain* di sektor pemerintahan. Beberapa proyek nasional berbasis *blockchain* yang saat ini diketahui mencakup:

a. Metaverse Pariwisata Indonesia: WonderVerse

Ringkasan dari proyek terkait *blockchain* yang dilaksanakan oleh Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1 Ringkasan Proyek Metaverse Pariwisata Indonesia

Ringkasan:	
Penyelenggara	Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif (Kemenparekraf)
Konsep Implementasi	Metaverse
Tujuan	Mempromosikan produk pariwisata dan ekonomi kreatif Indonesia melalui interaksi digital
Status Proyek	Pengembangan lanjutan

WonderVerse Indonesia merupakan proyek pariwisata dan ekonomi kreatif nasional yang dibangun oleh Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif sebagai platform penyediaan pengalaman virtual dengan tujuan mendorong promosi kebudayaan dan keindahan Indonesia. Pengembangan proyek WonderVerse Indonesia merujuk pada beberapa konsep Metaverse pada umumnya, seperti:

1. Virtual Interactions and Entertainment

Secara konsep, *metaverse* menyediakan layanan interaksi kompleks dan multimodal antara pengguna, dunia digital, dan dunia nyata. Khususnya melalui alur data yang *real-time* dan interaksi *multi-player* (Huang et al., 2022, hlm. 2). Dalam proyek WonderVerse sendiri, fitur “The Lobby” dan “WonderFun Land” menjadi kunci interaksi pengguna ke industri pariwisata dan budaya Indonesia dengan menampilkan gambaran interaksi hewan endemik, galeri karya digital seniman Indonesia, serta pratinjau kegiatan-kegiatan yang akan diselenggarakan dalam WonderVerse.

2. Digital Property Ownership and Virtual Economy

Metaverse mencakup berbagai data privasi dari dunia nyata sehingga penyimpanan data privasi dan keamanan pada dunia meta menjadi hal yang penting. Blockchain sebagai arsitektur teknologi yang terdesentralisasi memberikan keuntungan dalam menjaga risiko yang sering kali timbul dari sistem tersentralisasi dan menjaga agar data secara konsisten terjaga di *metaverse*.

DLT membangun data menjadi *hash chain blocks* untuk disimpan secara terdesentralisasi, transparan, dan *auditable*, (Huang et al., 2022, hlm. 3) sehingga mampu menjamin layanan yang aman, transparan, dan rumit seperti transaksi. Karakteristik yang dimiliki blockchain juga yang memungkinkan penciptaan dan kepemilikan aset serta mendukung pertukarannya (transaksi) antar pengguna secara mulus. Oleh karenanya, blockchain pada *metaverse* sering kali dikatakan sebagai “*smart chain*” yang menghubungkan dunia digital dan dunia nyata. Dalam proyek WonderVerse, pengguna dapat menjalankan transaksi melalui “WonderGoods Land” yang menyediakan barang-barang khas Indonesia.

b. Pengadaan Barang/Jasa Berbasis Blockchain: e-Katalog

Ringkasan dari proyek terkait blockchain yang dilaksanakan oleh Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP) dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut

Tabel 4.2 Ringkasan Proyek e-Katalog LKPP

Ringkasan:	
Penyelenggara	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP)
Konsep Implementasi	Distribusi data secara transparan
Tujuan	• Menjadikan pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) yang dapat diakses secara terbuka bagi UMKM-Koperasi • Akselerasi proses pengadaan
Status Proyek	Pengembangan Awal

LKPP merupakan salah satu lembaga pemerintahan di Indonesia yang menyatakan rencana implementasi blockchain pada proyek yang digarap sejak tahun 2022 lalu. Namun demikian, informasi kejelasan teknis dan *proof-of-concept* yang disampaikan sangat terbatas. Adapun secara garis besar mengenai implementasi yang direncanakan yakni guna memberikan sistem pemrosesan pengadaan barang/jasa bagi Pemerintah oleh industri dalam negeri secara ringkas serta memberikan birokrasi pengadaan yang transparan sehingga tercipta kompetisi pasar yang adil (Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang Jasa Pemerintah (LKPP), 2013). Meskipun tidak terdapat kejelasan informasi, terdapat kemungkinan bahwa implementasi yang dilakukan memfokuskan pada karakter desentralisasi dan otomatisasi yang dimiliki blockchain melalui *smart contract*.

c. Pengelolaan Data Kependudukan Berbasis Blockchain

Ringkasan dari proyek terkait blockchain yang dilaksanakan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dan Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemkominfo) dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut

Tabel 4.3 Ringkasan Proyek BPS dan Kemkominfo

Ringkasan:	
Penyelenggara	Badan Pusat Statistik (BPS) & Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kemkominfo)
Konsep Implementasi	Pencatatan data yang transparan dan dapat dilacak
Tujuan	Pemanfaatan blockchain guna menjamin akuntabilitas data, data <i>history</i> , dan pencatatan pada platform digital data Registrasi Sosial Ekonomi (Regsosek)
Status Proyek	Pengembangan Awal

Pada awal tahun 2023, BPS menyatakan rencana penggunaan blockchain dalam pengelolaan data kependudukan yang merupakan bagian dari Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Implementasi blockchain diharapkan menjadi langkah reformasi birokrasi terkait data statistik yang menjadi dasar penentuan kebijakan pemerintah. Selain itu, langkah ini ditargetkan sebagai upaya perbaikan sistem dan manajemen internal serta interoperabilitas data yang terhubung ke gugus data lainnya seperti data perkawinan dan perceraian.

d. Wholesale Central Bank Digital Currency (w-CBDC): Proyek Garuda Rupiah Digital

Ringkasan dari proyek terkait blockchain yang dilaksanakan oleh Bank Indonesia dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut

Tabel 4.4 Ringkasan Proyek Bank Indonesia

Ringkasan:	
Penyelenggara	Bank Indonesia
Konsep Implementasi	Pembentukan uang rupiah dalam format digital
Tujuan	Memfasilitasi transaksi antar pelaku di pasar keuangan secara aman, interoperabilitas, cepat, serta memiliki keseimbangan pada <i>confidentiality</i> dan <i>auditability</i> .
Status Proyek	<i>Consultative Paper</i>

Bank Indonesia menjadi perwakilan Pemerintah yang secara konkret dan progresif melakukan eksplorasi pemanfaatan blockchain untuk memfasilitasi transaksi rupiah digital antara penyelenggara layanan keuangan, bank, dan masyarakat (*decentralized environment*). Berbagai aspek teknis blockchain, seperti mekanisme konsensus, kerangka tata kelola, serta kebutuhan sistem sedang diperdalam dalam berbagai diskusi bersama pemangku kepentingan serta industri relevan.

Peluang dan Tantangan dalam Implementasi Blockchain di Pemerintahan Indonesia

Dari hasil diskusi Wantiknas dan Asosiasi Blockchain Indonesia serta diskusi yang dilaksanakan oleh Wantiknas dengan Prof. Yandra Arkeman dari BRAIN IPB University [31], ditemukan bahwa dalam eksplorasi implementasi blockchain menemui berbagai tantangan dan hambatan akan ditemukan, antara lain:

1. Tantangan Visi dan Regulasi

Kepemimpinan merupakan salah satu tantangan utama dalam menerapkan blockchain di Indonesia. Di tingkat nasional, perlu ada kesinambungan dalam visi dan komitmen pemerintah terkait dengan *blockchain*. Di tingkat global, Indonesia perlu aktif berpartisipasi dalam forum dan organisasi internasional yang membahas standar dan regulasi *blockchain*. Di tingkat lokal, perusahaan dan entitas lainnya harus memiliki pemimpin yang mampu memimpin perusahaan dan inovasi untuk mengadopsi teknologi *blockchain*.

Pengembangan blockchain sebagai bagian dari transformasi digital menawarkan solusi yang menarik bagi Pemerintah namun juga memiliki berbagai tantangan, salah satunya pada terbatasnya regulasi yang diadopsi untuk menjamin implementasi yang bertanggung jawab. Salah satu instrumen penting yang perlu dipertimbangkan oleh Pemerintah ialah risiko keamanan data. Terbatasnya pengaturan konkret pada mekanisme pengamanan data dalam sistem teknologi yang terdesentralisasi seperti blockchain mengakibatkan terbatasnya ruang eksplorasi Pemerintah dalam mengimplementasikan teknologi baru dan inovatif.

Meskipun Pemerintah telah mengeluarkan beberapa regulasi yang dapat diimplementasikan pada pemanfaatan blockchain, khususnya dengan adanya Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Industri (KBLI) Aktivitas Pengembangan Teknologi Blockchain, masih terdapat kekosongan dalam regulasi saat ini. Di samping aset kripto sebagai produk implementasi blockchain, tidak terdapat regulasi spesifik lainnya yang mengakomodasi pemanfaatan teknologi terdesentralisasi seperti blockchain ini. Sehingga pada dasarnya kepastian hukum menjadi tantangan dan hambatan terbesar bagi Pemerintah. Terlebih dengan prinsip hukum *technology neutrality*, perumusan kebijakan dan pengaturan oleh

Pemerintah perlu dilakukan secara berhati-hati namun memberikan ruang gerak yang dinamis. Pemerintah perlu aktif untuk menyusun regulasi yang mendukung inovasi dan kepastian hukum dari adopsi *blockchain* secara nasional. Selain itu, pemerintah juga perlu bekerja sama dan berkolaborasi dengan *stakeholder* terkait seperti akademisi, bisnis, dan komunitas untuk membentuk regulasi yang sesuai.

2. Tantangan Infrastruktur dan Teknologi

Pada kenyataannya, implementasi teknologi *blockchain* membutuhkan dukungan infrastruktur digital yang memadai. Namun apabila dilihat pada kondisi jaringan internet di Indonesia saat ini, penetrasi akses internet baru dapat mencapai 78,19 persen pada tahun 2023 atau mencapai 215.626.156 jiwa dari total populasi Indonesia yang hampir mencapai 300 juta jiwa (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia/APJII, 2023) dan penetrasi tersebut masih terpusat pada daerah-daerah urban seperti DKI Jakarta (89,10%), Jawa Barat (82,73%), dan Bangka Belitung (82,73%).

Infrastruktur yang cepat, memadai, dan stabil menjadi unsur penting dalam mewujudkan implementasi yang optimal, sehingga kurangnya infrastruktur digital dapat menghambat. Hal ini perlu menjadi perhatian Pemerintah dan rencana program Palapa Ring yang bertujuan membangun infrastruktur jaringan internet di seluruh Indonesia perlu segera direalisasikan.

Dukungan infrastruktur juga diperlukan untuk mendukung menjalankan jaringan *blockchain* yang bersifat nasional secara efisien. Tantangannya adalah kesiapan dari penyediaan perangkat keras yang memadai dan konektivitas internet yang cepat. Di lain hal, investasi infrastruktur *blockchain* dibutuhkan untuk mendukung aplikasi-aplikasi berbasis *blockchain* nantinya di sektor-sektor terpilih. Di samping itu, terdapat beberapa tantangan yang muncul di sisi teknologi. Pertama yaitu integrasi *blockchain* dengan teknologi saat ini milik pemerintah yang sering kali kompleks. Kedua mengenai keamanan *blockchain* yang perlu menjadi perhatian utama karena teknologi ini melibatkan data yang sensitif. Terakhir tantangan teknis yang perlu diatasi yaitu pengembangan solusi yang dapat memastikan skalabilitas *blockchain* di Indonesia.

3. Tantangan Sumber Daya Manusia

Sebagai teknologi yang cukup maju, pengoperasian blockchain membutuhkan kemampuan yang mumpuni. Dalam proses implementasinya, Pemerintah perlu mempersiapkan diri untuk dapat mengakomodasi kebutuhan pengelolaan. Adopsi dan pengelolaan blockchain yang tepat dapat mendorong Indonesia sebagai pemain penting dalam ekosistem blockchain global dan memperkuat posisi sebagai negara yang sedang melakukan transformasi digital yang pesat.

Apabila dilihat pada *Global Blockchain Talent Report 2022*, Indonesia menempati posisi kedelapan sebagai negara pencetak pekerja di industri kripto dan blockchain terbanyak, yakni dengan tingkat pertumbuhan sebesar 43%. Berbagai penelitian telah menunjukkan blockchain sebagai industri yang mengalami pertumbuhan pesat (hampir 200% setiap tahunnya) dan menjadi salah satu keahlian yang paling diminati secara global dengan solusi inovatif yang diberikan pada industri konvensional. Namun sayangnya, pengembangan talenta ini masih terpusat pada sektor privat dan belum menjajaki institusi Pemerintahan. Oleh karena itu, pentingnya melakukan program pelatihan dan pendidikan untuk keahlian di bidang *blockchain*. Pemerintah dan sektor swasta perlu saling berkolaborasi dalam menciptakan program pelatihan *blockchain* yang sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja di industri.

Selain peluang dan tantangan dalam implementasi blockchain di Pemerintahan Indonesia yang telah diuraikan secara umum, kemudian kami melakukan analisis dan mengidentifikasi peluang dan tantangan secara spesifik yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis Peluang dan Tantangan Terhadap Blockchain di Indonesia

Aspek	Faktor	Peluang	Tantangan
Aspek Manusia (SDM)	Pengembang Teknologi	- Berdirinya perusahaan penyedia layanan <i>blockchain</i> di Indonesia - Kolaborasi pemerintah dan industri untuk mencetak SDM - Dibentuknya asosiasi yang fokus di ekosistem <i>blockchain</i>	Kurangnya SDM dengan kompetensi yang mahir di bidang <i>blockchain</i>
	Pengguna Teknologi	- Solusi aplikasi berbasis <i>blockchain</i> yang lebih aman dan terpercaya - Berkembangnya kelas sosial menengah, Gen-X dan Gen-Y	- Risiko terhadap penipuan, privasi, dan transaksi ilegal - Kesalahpahaman terhadap konsep <i>blockchain</i>, kriptografi dan <i>bitcoin</i>
Aspek Teknis	Data dan Aplikasi	Berkembangnya aplikasi berbasis <i>blockchain</i> serta data yang lebih transparan dan <i>immutable</i>	Keterbatasan standar data dan pengembangan aplikasi berbasis <i>blockchain</i> yang rumit
	Infrastruktur	Meningkatnya penetrasi internet di Indonesia	Konektivitas internet belum merata dan kecepatan terbatas
		Peluang investasi infrastruktur <i>blockchain</i>	Kesiapan dukungan infrastruktur TI pemerintah untuk pengembangan layanan <i>blockchain</i>
	Teknologi	Adopsi tren teknologi terbaru	Kompleksitas integrasi <i>blockchain</i> milik pemerintah
		Perkembangan teknologi <i>blockchain</i> di Indonesia	Pengembangan <i>blockchain</i> menggunakan data yang sensitif Skalabilitas <i>blockchain</i> di Indonesia.
Aspek Tata Kelola	Kepemimpinan	Kepemimpinan inovasi yang kuat mendorong penciptaan produk dan layanan publik yang baru/dibutuhkan masyarakat	Kesinambungan dalam visi dan komitmen pemerintah terkait dengan <i>blockchain</i>
		Berpartisipasi aktif dalam forum dan organisasi internasional membahas standar dan regulasi	Terbatasnya kepemimpinan di instansi yang memiliki inovasi dan adopsi <i>blockchain</i>
	Kebijakan dan Regulasi	Dapat muncul inisiatif regulasi terkait ekosistem <i>blockchain</i> di Indonesia	Menyelaraskan peraturan dan kebijakan yang berkaitan dengan pengembangan <i>blockchain</i>
	Pemerintah Pusat	Dapat membentuk tim atau lembaga koordinasi pengembangan dan implementasi <i>blockchain</i> di pemerintahan Indonesia	Tata kelola <i>blockchain</i> nasional yang belum memadai
	Pemerintah Daerah	Interoperabilitas layanan <i>blockchain</i> antar daerah	Menghilangkan egosentris antar daerah untuk penerapan <i>blockchain</i>

5. Isu dan Peluang Pemanfaatan Blockchain di Beberapa Sektor Pemerintahan Indonesia

Penerapan teknologi blockchain telah menjadi isu yang menarik perhatian di berbagai sektor pemerintahan di Indonesia. Dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keamanan dalam berbagai proses administratif, blockchain menawarkan peluang yang menjanjikan bagi pemerintah dalam meningkatkan layanan publik dan layanan administrasi pemerintah. Beberapa sektor yang berpotensi untuk memanfaatkan blockchain antara lain sektor perikanan, sektor sosial, sektor lingkungan hidup dan kehutanan, sektor pertanahan, dan sektor pengadaan barang/jasa. Meskipun masih di tahap awal, pemanfaatan blockchain di sektor Pemerintahan Indonesia menawarkan peluang yang menarik untuk meningkatkan efektivitas dan transparansi di berbagai layanannya, dan diharapkan mampu menjadi bagian penting dalam pengembangan SPBE serta percepatan transformasi digital bagi Pemerintahan Indonesia. Berikut hasil analisis dari isu dan peluang pemanfaatan blockchain di beberapa sektor Pemerintahan Indonesia.

Sektor Dalam Negeri (*Self-Sovereign Identity*)

Self-Sovereign Identity (SSI) atau bila dibahasakan adalah identitas berdaulat mandiri. SSI telah menjadi tren dalam dunia digital khususnya pada identitas digital. Paradigma ini memungkinkan pengguna memiliki kontrol yang besar atas informasi identitas mereka. Identitas digital merupakan informasi dan data yang mengidentifikasi seseorang di dunia digital. Identitas digital ini terdiri dari berbagai atribut yang diambil secara digital seperti nama, tanggal lahir, jenis kelamin yang digabungkan dengan kredensial yang ditautkan ke pengenalan unik [36].

Sejatinya internet tidak dibangun di atas *identity layer*, dalam arti bahwa tidak adanya pembuktian identitas personal dalam suatu jaringan internet. Internet saat ini diimplementasikan tidak hanya menjadi sarana komunikasi, namun telah diterapkan dalam sektor keuangan, ekonomi, kesehatan, hingga berbagai aktivitas sosial. Transisi fungsi internet berkembang dengan sangat kompleks hingga merambah berbagai kegiatan yang dulunya membutuhkan verifikasi tatap muka, kini hanya membutuhkan autentikasi seperti *username*/nama pengguna dan *password* atau kata sandi. Autentikasi nama

pengguna dan kata sandi adalah metode verifikasi identitas pengguna untuk mengakses sistem digital yang secara praktis sistem akan membandingkan informasi yang diinput dengan *database* yang disimpan untuk memverifikasi identitas pengguna.

Dalam upaya menjaga keamanan akses, umumnya implementasi akses penggunaan mengikut langkah-langkah seperti (1) penggunaan ketentuan *password* (mengatur batas dan kebijakan kombinasi agar kompleks); (2) penggunaan *slated and hashed* atau algoritma/enkripsi satu arah (mempersulit pemutarbalikan *password* yang disimpan); (3) autentikasi multi faktor (penambahan layer keamanan seperti *Face ID*, *fingerprint*, OTP, atau lainnya); (4) autentikasi berbasis risiko/*risk-based authentication*/RBA (penambahan layer autentikasi ketika aktivitas tidak biasa terdeteksi); dan (5) penggunaan *password manager* (membantu pengguna menyimpan, menghasilkan, dan merekomendasikan kata sandi). Namun demikian, ketergantungan penggunaan langkah tersebut belum dapat menjamin keamanan dari serangan siber.

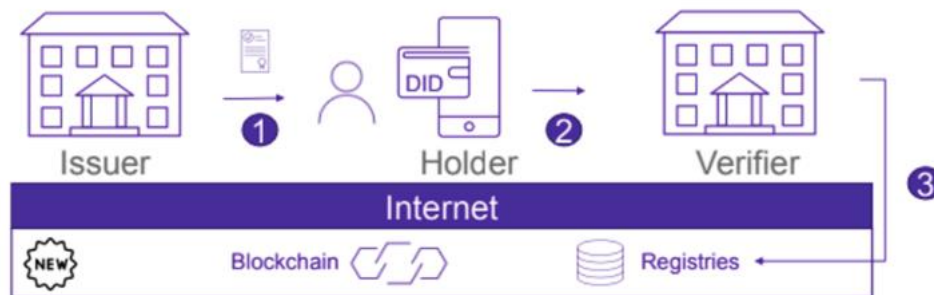
Sistem sentralisasi yang kini masih diatur, dimiliki, dan dikendalikan oleh masing-masing instansi/organisasi menghadapkan pengguna kepada berbagai masalah seperti kebocoran data, minimnya pemantauan, pelanggaran privasi, dan interoperabilitas terbatas. Dengan berbagai isu yang dihadapi pada proses *Know Your Customer* (KYC) dan pembuktian keaslian identitas pengguna atas suatu aset ataupun data, identitas digital (*digital identity*) diharapkan mampu membantu proses tersebut.

Diimbangi dengan sifat blockchain yang transparan dan *real time*, identitas digital dapat mendukung efisiensi verifikasi identitas dasar dengan menghapus peran lapisan ketiga sehingga menciptakan satu identitas asli yang dapat digunakan berulang kali sesuai kebutuhan. Meskipun tidak menggantikan fungsi identitas fisik, *digital identity* yang berjalan di atas jaringan blockchain tidak memerlukan pihak ketiga, dapat diakses oleh pihak mana saja yang memiliki otoritas, serta pemilik identitas juga memiliki kendali penuh dalam memberikan keterangan data pribadinya (*user-controlled*).

SSI secara konsep lebih kompleks dibandingkan *digital identity* pada umumnya (proses dapat dilihat pada Gambar 5.1). Apabila merujuk pada *European Self Sovereign Identity Project*, SSI berfungsi memastikan keamanan, kenyamanan, dan kesetaraan melalui objektivitas untuk membangun ekosistem di mana entitas dapat saling berinteraksi, saling percaya, dan mendorong inovasi serta daya saing. Berbeda dengan SSI, *Decentralized*

Identity (DID) atau identitas terdesentralisasi merupakan identitas legal yang hanya dapat diakui dan disahkan oleh otoritas berwenang terkait. Sistem SSI tidak dapat menggantikan fungsi pencatatan sipil, namun dapat digambarkan sebagai *private key* dari identitas yang akan disimpan, dimiliki, dan digunakan pemilik data kepada user *wallet*. Secara umum implementasi blockchain pada solusi SSI sebagai berikut:

- Memberikan penyimpanan, pengelolaan, dan pengendalian identitas digital (termasuk identitas fisik) kepada masing-masing pemilik data. Di mana data disimpan di perangkat pengguna akan ditautkan ke *decentralized identity* (DID) yang memungkinkan pengidentifikasian terdesentralisasi guna memastikan anonimitas semu, serta penyimpanan secara aman di blockchain.
- Memungkinkan penerimaan kredensial dari otoritas publik dan swasta secara mudah dan aman.
- Memfasilitasi distribusi data identitas secara aman dan pribadi serta mudah diverifikasi oleh penerima (*Decentralized Public Key Infrastructure* atau DPKI).



Gambar 5.1 Proses SSI Digital

Sumber: IDEMIA

Konsep penting yang dipertahankan dalam SSI ialah pengungkapan atribut identitas secara selektif dan memastikan pembukaan informasi ke tingkat minimum sesuai kebutuhan. Berbagai implementasi blockchain pada proses verifikasi identitas digital sudah mulai banyak ditemukan secara global seperti Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Berbagai Contoh Implementasi Blockchain pada Verifikasi Identitas Digital

Proyek	Implementasi
SelfKey	SelfKey adalah platform identitas digital yang memanfaatkan teknologi blockchain untuk memverifikasi identitas pengguna. Pengguna dapat membuat dan mengelola identitas digital mereka sendiri yang aman dan terpercaya. Platform ini memungkinkan pengguna untuk mengajukan verifikasi identitas mereka kepada berbagai layanan dan lembaga yang terkait
Civic Pass	Civic adalah proyek yang bertujuan untuk menyediakan solusi identitas digital yang aman dan privasi pengguna. Mereka menggunakan teknologi blockchain untuk memverifikasi identitas dan memberikan kontrol penuh kepada pengguna atas data pribadi mereka. Civic memungkinkan pengguna untuk memverifikasi identitas mereka secara instan dan melakukan transaksi yang membutuhkan verifikasi identitas dengan mudah.
Sovrin	Sovrin adalah proyek <i>open-source</i> yang menggunakan teknologi blockchain untuk memberikan solusi identitas digital yang terdesentralisasi. Sovrin memungkinkan individu memiliki identitas digital yang terverifikasi secara independen tanpa mengandalkan lembaga atau pihak ketiga. Sovrin memberikan kontrol penuh kepada pengguna atas data identitas mereka dan memastikan privasi dan keamanan.

Sementara itu, SSI merupakan identitas digital yang membawa infrastruktur identitas digital ke tingkat yang lebih tinggi. SSI memberikan kontrol penuh atas semua atribut dan tindakan identitas digital kepada pemegangnya, yang dapat berupa individu, organisasi, objek fisik, serta entitas abstrak. SSI memungkinkan individu, bisnis, dll. untuk mengontrol data pribadi dan identitas mereka secara daring tanpa bergantung pada otoritas terpusat [37].

Sebelum mengarah ke isu regulasi dan peraturan, beberapa fakta dasarnya adalah biasanya teknologi baru menghadapi tantangan adopsi dan kesadaran. Penerapan SSI perlu perubahan yang besar dalam pola pikir dan perilaku setiap orang. Perlunya setiap individu mengambil peran aktif dan bertanggung jawab atas data digital pribadinya. Selain itu, SSI memiliki kerumitan tersendiri karena bergantung pada alat kriptografi

yang canggih berbasis *blockchain* [37]. Bagi Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Dalam Negeri, terdapat peluang inovasi SSI yang dapat diadopsi karena tidak hanya memberikan individu/masyarakat kontrol tertinggi atas datanya, tetapi dapat berbagi data secara selektif dengan penyedia layanan mengikuti aturan dan privasi sesuai desain [38].

Sektor Pertanian

Tanah sebagai aset dengan nilai tertinggi dalam industri real estat, sering kali menjadi pusat konflik, kejahatan, dan penipuan. Penggunaan akta dan sertifikat bukan hanya memberikan perlindungan penting bagi pembeli di negara maju, tetapi juga menjadi dasar bagi investasi dan pertumbuhan ekonomi di banyak negara berkembang. Dengan mengamankan catatan yang unik dan tahan lama pada teknologi *blockchain* serta memvalidasi perubahan status kepemilikan di antara pemilik, catatan tanah yang dapat diandalkan dapat dibuat. Banyak negara sedang menguji coba penggunaan teknologi *blockchain* dalam rangka digitalisasi catatan tanah mereka.

Blockchain merupakan teknologi *peer-to-peer* yang dapat dimanfaatkan untuk pelacakan transaksi berbasis elektronik, namun tujuan penting dari teknologi ini adalah melakukan dis-intermediasi proses melalui sistem terdistribusi pada buku besar digital. Proses pencatatan tanah saat ini masih harus melalui proses verifikasi berlapis pada Notaris dan Badan Pertanahan Nasional (BPN) yang umumnya tidak terintegrasi dengan baik.

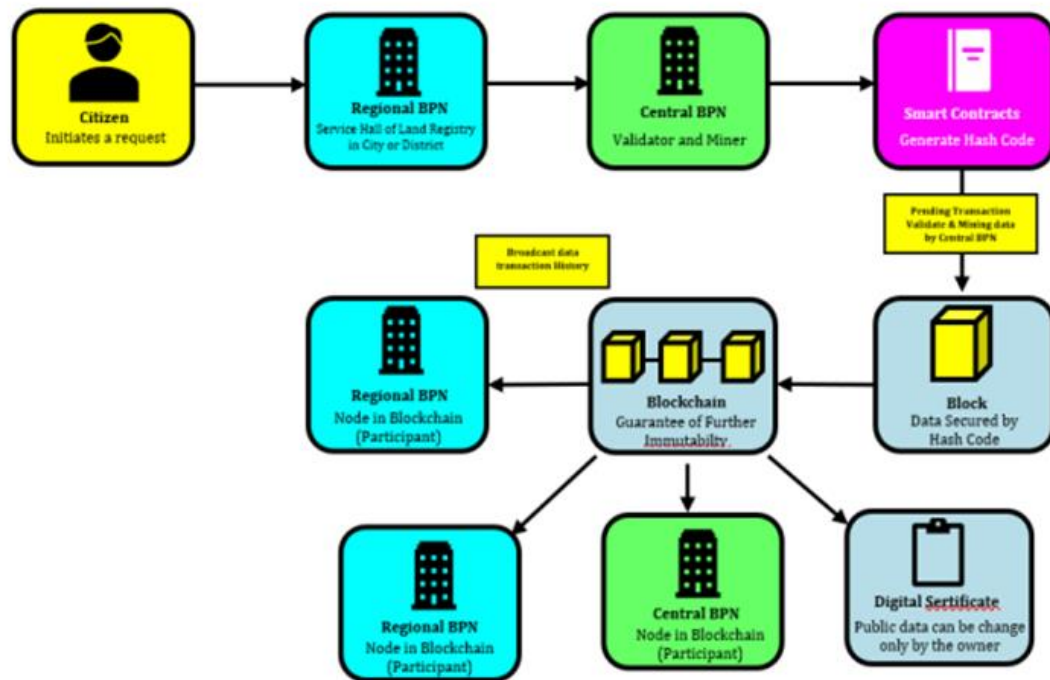


Gambar 5.2 Pendaftaran Tanah Secara Tradisional

Sumber: Amri et al. (2022)

Berbagai permasalahan pencatatan sering kali terjadi sebab sistem yang dimiliki masih terpusat dan rentan terhadap manipulasi hingga pencatatan ganda (proses pada Gambar 5.2). Di samping itu, proses pendaftaran sering kali memakan waktu yang lama apabila terdapat masalah pada tanah yang akan dicatatkan. Implementasi *blockchain* memiliki potensi dalam penyelesaian masalah tersebut, di mana *node* dalam jaringan *blockchain*

nantinya dapat mencakup berbagai pemangku kepentingan seperti BPN Pusat, BPN Wilayah, hingga Notaris terdaftar.



Gambar 5.3 Proses Pendaftaran Tanah Berbasis Blockchain

Sumber: Amri et al. (2022)

Di samping itu, NFT juga dapat menjadi solusi pada penerbitan sertifikat tanah yang dengan mudah dilacak serta berlaku sebagai bukti kepemilikan yang tidak dapat diubah (*tamper-proof*). Beberapa negara juga telah mengadopsi blockchain pada proses pendaftaran tanah, seperti (Shuaib et al., 2020):

1. Republik Georgia (Status: Selesai)

Implementasi blockchain ditujukan untuk meningkatkan tata kelola dan keamanan guna mengembalikan kepercayaan publik pada instansi dan badan pemerintahan. Blockchain digunakan untuk memberikan *time-stamping* pada pergerakan dokumen pertanahan.

2. Rusia (Status: Pengembangan)

Implementasi blockchain dilakukan pada pencatatan kepemilikan tanah dan memfasilitasi transaksi dokumen, verifikasi, dan keterlacakan dokumen kepemilikan tanah sebelumnya serta beban yang melekat pada aset.

3. Brazil (Status: Pengujian)

Proyek ini sedang dilakukan uji coba pada kota Pelotas dan Morro Redondo yang ditujukan untuk mengubah proses pencatatan dan transaksi tanah secara elektronik dan bebas risiko korupsi. Pada tahap awalan ini, sistem blockchain dibuat berdampingan dengan sistem yang telah ada sebelum selanjutnya secara keseluruhan bermigrasi pada sistem baru.

Meskipun tidak dapat menggantikan fungsi dokumen fisik di Indonesia, namun adopsi teknologi ini dapat mengefisiensikan proses dan mengamankan transaksi yang terjadi. Di Indonesia sendiri, isu mafia tanah semakin marak belakangan ini. Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional yang merupakan lembaga mengurus sektor pertanahan melakukan fokus ke program strategis. Salah satunya digitalisasi layanan pertanahan menggunakan sistem *blockchain* [39]. Selain nantinya teknologi ini terealisasi, perlunya melakukan pengecekan dan verifikasi secara manual untuk menghindari kesalahan. Memperkuat isu ini, mafia tanah menyebabkan munculnya sertifikat tanah ganda di Indonesia. Permasalahan ini muncul akibat proses menghimpun dan menyajikan informasi bidang tanah pada saat di hulu hingga hilir mengalami kecacatan data fisik maupun yuridis [40].

Teknologi *blockchain* memiliki peluang untuk mengatasi sejumlah isu yang muncul pada sektor pertanahan. Dalam penggunaan blockchain, pendekatan ini melebihi fungsi dasar dari sebuah basis data biasa. Ini memanfaatkan peluang untuk menciptakan catatan kepemilikan yang bersifat permanen dan tidak dapat dimanipulasi dalam hal tanah atau real estat [41].

Penerapan paling sederhana pada sektor pertanahan yaitu dari sistem pendaftaran tanah berbasis *blockchain* yang memungkinkan untuk mencatat dokumen-dokumen kepemilikan ke dalam platform *blockchain* dan mengaitkannya dengan akun pemilik. Ketika terjadi perubahan struktural pada properti, data ini dapat ditambahkan ke dalam *blockchain*. Demikian juga, ketika sebuah properti dijual, semua dokumen yang relevan dapat dengan mudah dipindahkan dan dihubungkan ke pemilik baru. Semua transaksi terekam dengan jelas, memiliki cap waktu yang autentik, dan tidak dapat disangkal. Dengan begitu, *blockchain* membuka potensi untuk meningkatkan tingkat keamanan, transparansi, dan kepastian dalam proses pendaftaran kepemilikan tanah.

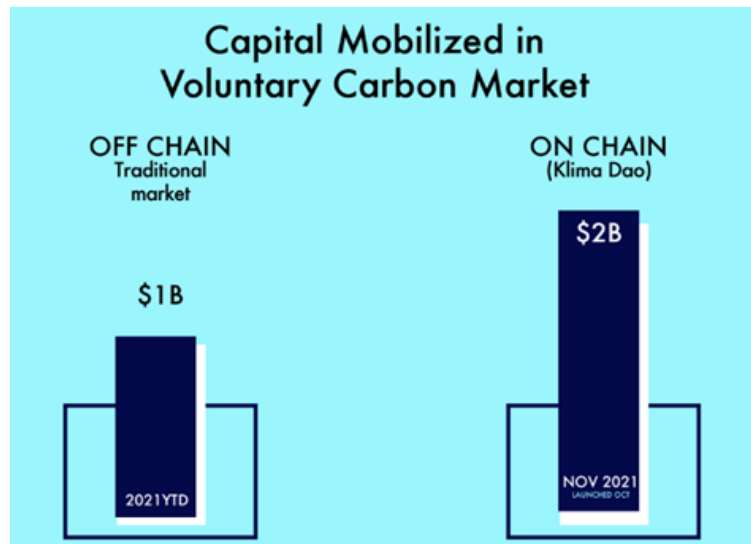
Sektor Kehutanan (Pasar Karbon)

Dalam Upaya mewujudkan inisiatif dari United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) dan Paris Agreement, Pemerintah Indonesia melakukan implementasi Nationally Determined Contributions (NDC). Melalui pasar karbon atau *carbon markets*. Diharapkan menjadi solusi yang dipertimbangkan *stakeholder* untuk upaya penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Presiden juga telah mengeluarkan Bursa Karbon Indonesia untuk mewadahi jual beli kredit atas pengeluaran karbon dioksida atau gas rumah kaca [42]. Bursa Karbon Indonesia diharapkan menjadi langkah konkret untuk mencapai NDC. NDC merupakan kontribusi nasional yang ditetapkan untuk bisa mengurangi emisi gas rumah kaca di Indonesia yakni, 29% tanpa syarat dan 41% bersyarat.

Dengan komitmen Indonesia untuk mengimplementasikan *Nationally Determined Contributions* (NDC) sesuai dengan Paris Agreement dan mewujudkan mandat dalam United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), pasar karbon (*carbon market*) menjadi solusi pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Indonesia sendiri belum lama ini telah menerbitkan pengaturan perdagangan karbon melalui Bursa Karbon melalui Peraturan Otoritas Jasa Keuangan (POJK) Nomor 14 Tahun 2023 (POJK Bursa Karbon) yang merupakan pedoman serta acuan penyelenggaraan perdagangan karbon oleh pelaku usaha sesuai amanat Undang-undang Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pengembangan dan Penguatan Sektor Keuangan (UU P2SK).

Dalam pengaturan POJK, penyelenggaraan Bursa Karbon perlu dilakukan secara teratur, wajar, dan efisien serta menggunakan sistem elektronik untuk mempertemukan transaksi Unit Karbon secara terus menerus. Hal tersebut membuka peluang bagi implementasi blockchain pada penerbitan unit karbon (*carbon credit*), mengingat karakteristik yang dimiliki teknologi tersebut.

Secara umum, data telah menunjukkan bahwa implementasi blockchain dapat menjadi salah satu solusi yang perlu dipertimbangkan Pemerintah untuk mengoptimalkan potensi pasar karbon, khususnya dalam tipe *voluntary market*. Dalam jangka waktu 1 (satu) bulan, unit karbon dalam jaringan (*on-chain*) telah mampu mencapai nilai dua kali lipat dari volume *Year-to-Date* (YTD) pasar karbon tradisional (lihat Gambar 5.4).



Gambar 5.4 Perbandingan Nilai VCM On-chain dan Off-chain

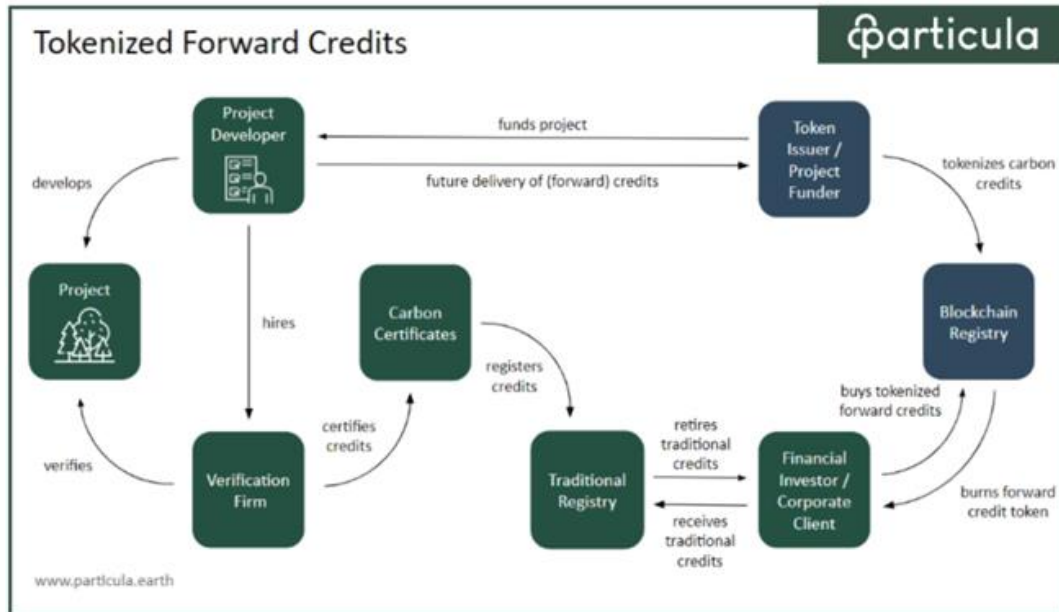
Sumber: Enjinstarter

Hal tersebut disebabkan karena berbagai tantangan dan hambatan yang masih ditemukan pada sistem tradisional, yakni:

- Kurangnya transparansi pada proses pengadaan
- Terbatasnya integrasi dengan sistem pengukuran, pelaporan, dan verifikasi (MRV)
- Akses pendanaan yang terbatas
- Beban biaya pada proses penerbitan unit karbon cukup besar
- Sistem yang belum berbanding lurus dengan manfaat pada masyarakat sekitar sebagai *co-beneficiaries*

Saat ini, *carbon credit* di Indonesia masih menyesuaikan dengan mekanisme REDD+ yang dibentuk oleh UNFCCC yang ditujukan untuk memberikan insentif kepada negara-negara berkembang untuk melestarikan hutan dan membalikkan deforestasi. Indonesia sebagai salah satu negara pihak UNFCCC wajib tunduk kepada kerangka kerja yang ketat dan pengumpulan data yang ditetapkan. Namun dengan implementasi blockchain pada proses penyelenggaraan, penyediaan, dan pertemuan transaksi secara elektronik dapat memberikan transparansi dan efisiensi melalui dis-intermediasi. Blockchain dapat menciptakan platform transparan bagi seluruh pemangku kepentingan tanpa diperlukannya pembentukan kepercayaan terlebih dahulu. Hal tersebut juga dipandang dapat memberikan akuntabilitas dalam proses perdagangan unit karbon (lihat Gambar

5.5), di mana pengembang proyek, lembaga verifikasi, investor, pelanggan, penyelenggara pasar, dan Pemerintah dapat secara terbuka berinteraksi secara langsung (*real-time*).



Gambar 5.5 Skema Penyelenggaraan Pasar Karbon Berbasis Blockchain

Sumber: Articula

Dengan proses tersebut di atas, blockchain memberikan potensi manfaat pada proses transaksi unit karbon khususnya dengan:

1. **Recording**: Sistem pencatatan informasi mengenai unit karbon dan atributnya dapat menggunakan pencatatan publik yang membuka informasi keberagaman ketersediaan unit karbon, baik dengan jenis tradisional, *niche* hingga jenis proyek serta pendekatan metodologi yang baru untuk skema *carbon offset*.
2. **Traceability**: Pelacakan berbasis blockchain untuk memverifikasi kebenaran unit karbon dan memastikan pergerakan yang tidak dapat diubah (*tamper-proof*) dalam rantai nilai.
3. **Connectivity**: Pemanfaatan blockchain dapat memudahkan proses penyebaran data di antara teknologi, format data, dan model berbeda sehingga memastikan terbentuknya koordinasi antar peserta pasar karbon.

4. *Transparency*: Memberikan seluruh proses yang transparan sehingga dapat menunjukkan perbedaan kualitas unit karbon yang diperdagangkan serta meningkatkan minat pengembangan unit karbon yang berkualitas tinggi.
5. *Self-executing*: Melalui fitur *smart contract* yang dimiliki blockchain, proses registrasi, validasi, hingga proses operasional lainnya dapat berjalan secara cepat serta meningkatkan akses pasar bagi pengembang proyek *carbon offset*.
6. *Settlement*: Proses penyelesaian transaksi dapat berjalan secara otomatis dan memberikan transparansi mengenai bagaimana dana dikelola ke proyek pengendalian iklim.

Di samping itu, adopsi blockchain pada pasar perdagangan karbon juga membuka peluang munculnya berbagai model bisnis baru yang sesuai dengan perkembangan pasar. Berdasarkan laporan kegiatan yang disusun oleh Asosiasi Blockchain Indonesia [43], salah satu solusi yang menjadi pertimbangan dalam mengoptimalkan potensi pasar karbon sukarela (*Voluntary Carbon Market/VCM*) yaitu dengan implementasi *blockchain*. Di Indonesia sendiri, penyelenggaraan bursa karbon akan diawasi oleh OJK dengan teknologi *blockchain* dan menggunakan unit karbon berkualitas. Di samping itu, Indonesia merupakan salah satu dari 3 (tiga) tertinggi dalam penyediaan *carbon credit* secara global. Sekitar 95 hektar (ha) di Indonesia merupakan penyedia *carbon credit*, khususnya dalam bentuk kawasan perhutanan. Saat ini, *carbon credit* di Indonesia masih menyesuaikan dengan mekanisme REDD+ yang dibentuk oleh UNFCCC yang ditujukan untuk memberikan insentif kepada negara-negara berkembang untuk melestarikan hutan dan membalikkan deforestasi.

Melalui fitur-fitur yang dimiliki oleh blockchain, seperti transparansi dan efisiensi melalui penghapusan perantara, teknologi blockchain menjadi solusi yang penting dalam meningkatkan efisiensi perdagangan kredit karbon sukarela. Dengan menggunakan blockchain, diciptakan sebuah platform transparan yang dapat diakses oleh semua pihak terkait tanpa perlu membangun tingkat kepercayaan awal. Dengan demikian, teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan akuntabilitas dalam proses perdagangan kredit karbon. Ini memungkinkan pengembang proyek, lembaga verifikasi, investor, pelanggan, penyelenggara pasar, dan pemerintah untuk berinteraksi secara langsung dan terbuka dalam waktu nyata.

Sektor Logistik

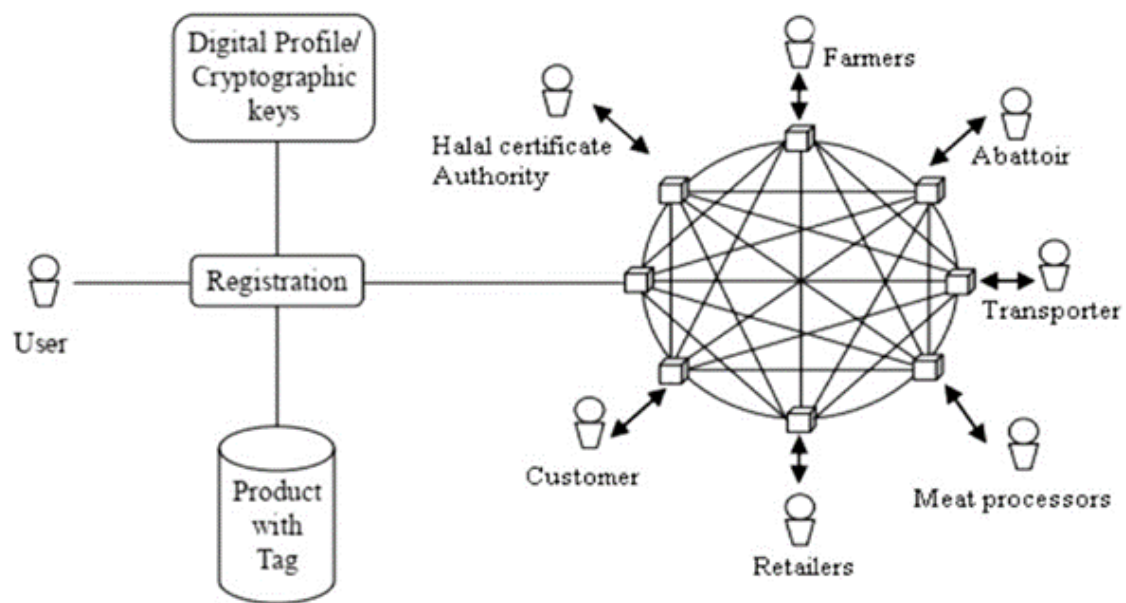
Semakin berkembangnya digitalisasi di berbagai sektor khususnya pada sektor logistik atau rantai pasok, tantangan utama yang dihadapi yaitu terkait transparansinya. Pelacakan berbasis *blockchain* telah membuka jalan bagi era baru dalam manajemen rantai pasokan yang transparan dan terpercaya. Teknologi *blockchain* memungkinkan setiap langkah dalam rantai pasokan, mulai dari produksi hingga pengiriman, untuk dicatat dan diverifikasi dengan jelas dan tak terbantahkan. Dengan demikian, memastikan bahwa semua pemangku kepentingan dapat mengakses informasi yang sama dan akurat secara *real-time*.

Dari laporan hasil kegiatan yang diselenggarakan Asosiasi Blockchain Indonesia [43], terdapat isu dari rantai pasok secara tradisional yaitu tidak memberikan transparansi lengkap atau visibilitas *real-time*, sistem yang *silo-silo*, dan prakiraan sering kali tidak akurat. Di Indonesia, pelacakan berbasis *blockchain* telah menjadi tren yang berkembang di berbagai industri, termasuk makanan, farmasi, dan garmen. Melalui implementasi *blockchain*, produsen dapat memberikan bukti yang jelas tentang asal-usul produk, memastikan kualitas, dan menjaga keberlanjutan lingkungan. Selain itu, perlu juga ada keterlibatan dari Kementerian Perdagangan sebagai *leading sector* di sektor logistik. Terdapat juga tantangan dalam mengadopsi pelacakan berbasis *blockchain* di Indonesia yaitu infrastruktur teknologi (ketersediaan konektivitas internet) serta kesepakatan dan konsensus antara pihak yang terlibat dalam rantai pasok.

Blockchain dapat yang memberikan beberapa peluang bagi sektor logistik untuk mengembangkan model bisnis baru dan meningkatkan model bisnis yang sudah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan [44], beberapa peluang yang bisa diperoleh dari implementasi teknologi *blockchain* pada sektor logistik antara lain penyelesaian transaksi yang lebih cepat, meningkatkan proses pembayaran dan penetapan harga, mengurangi adanya penipuan, pelacakan logistik yang efisien, serta pemeliharaan dan verifikasi pengangkut logistik.

Solusi berbasis *blockchain* pada sektor rantai pasok sudah dieksplorasi oleh berbagai pihak, misalnya oleh IBM yang dibangun di atas *Hyperledger Fabric*, HARA yang memiliki infrastruktur *blockchain* sendiri untuk pelacakan produk halal, serta VeChain yang menyediakan manajemen rantai pasok untuk jual beli produk. Beberapa negara lain

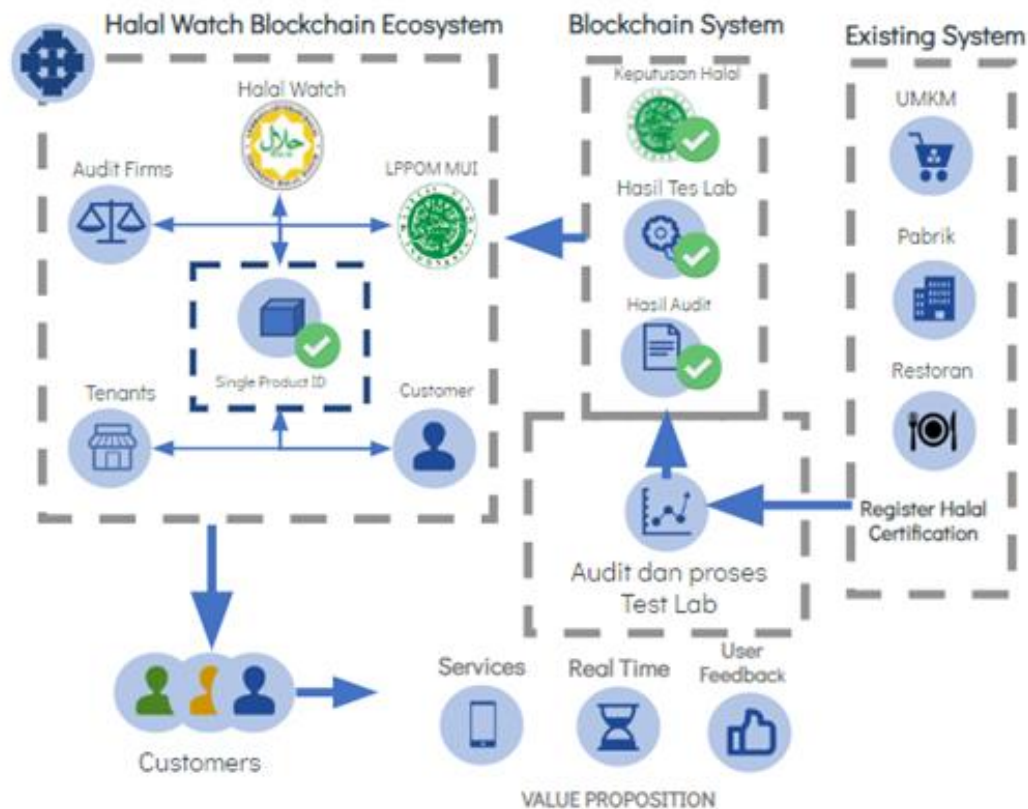
seperti Genova juga telah mengimplementasi blockchain pada manajemen pelabuhan. Pada *use case* ini, blockchain diimplementasikan pada *Port Community System* berbasis blockchain privat untuk aktivitas transaksi dan korespondensi operasi pelabuhan antar entitas. Secara lebih lanjut, pengkajian paralel dilaksanakan untuk mengecek kemungkinan migrasi ke blockchain publik serta integrasi dan interoperabilitas pada beberapa blockchain [45]. Mengambil contoh pada salah satu implementasinya di proyek domestik yakni HARA, secara teknis blockchain digambarkan seperti pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Kerangka Konseptual Sistem Daging Halal Berbasis Blockchain

Sumber: Acta Tech

Ekosistem penelusuran HARA menggabungkan aplikasi dan layanan privat dan publik di luar jaringan (yang umumnya digunakan pada proses pemasukan data) serta *private chain*. *Smart contract* akan digunakan untuk modul ketertelusuran yang memerlukan pengesahan melalui berbagai titik verifikasi dan setiap aktivitas dalam jaringan akan terpantau pada Netstats. Sistem ketertelusuran berbasis blockchain yang dimiliki HARA tidak terbatas pada platform berbasis blockchain untuk memastikan transparansi data dan integritas perjalanan produk, namun juga diintegrasikan dengan fitur lainnya seperti *Quick Response Code* (kode QR). Lebih jauh, berikut pada Gambar 5.7 merupakan gambaran implementasi penelusuran produk halal di Indonesia dengan integrasi proses yang telah ada pada LPPOM MUI.



Gambar 5.7 Sistem Ketertelusuran Produk Halal di Indonesia

Sumber: Blocksphere

Dalam dunia bisnis yang semakin kompleks dan terhubung, mengelola rantai pasok menjadi tantangan yang semakin meningkat. Konsumen yang semakin sadar akan asal-usul produk mereka menuntut transparansi dan keandalan dalam setiap langkah produksi dan distribusi. Rantai pasok tradisional acap kali menghadapi masalah seperti kurangnya transparansi, kepercayaan yang rendah, dan kesulitan dalam melacak asal-usul dan perjalanan produk. Pemanfaatan blockchain dalam rantai pasok bukan hanya memberikan keuntungan bagi perusahaan, tetapi juga memberikan manfaat kepada konsumen.

Dengan transparansi yang diberikan oleh blockchain, konsumen dapat memiliki kepercayaan lebih dalam produk yang mereka beli, mengetahui informasi tentang asal-usul dan perjalanan produk, serta memastikan bahwa produk tersebut diproduksi secara etis dan sesuai dengan nilai-nilai yang mereka anut. Secara konseptual, implementasi

blockchain pada rantai pasok bertujuan untuk memecahkan isu utama pada proses konvensional seperti:

- **Trust:** memberikan pengguna kemampuan untuk memvalidasi integrasi informasi.
- **Chain Integrity:** penyesuaian otomatis terhadap persyaratan pasar dalam skema rantai pasok
- **Transparency:** proses audit rantai pasok dan isolasi efektif dari isu-isu yang umumnya ditemukan, baik masalah ketelusuran, uji tuntas, hingga penyelesaian masalah.
- **Performance Optimization:** pengukuran efektivitas kinerja mitra dalam proses rantai pasok dapat terevaluasi dengan baik.

6. Studi Kasus Implementasi Blockchain di Negara Lain

Blockchain merupakan teknologi yang telah membawa dampak besar pada berbagai industri di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan teknologi ini memiliki kemampuan untuk memungkinkan transaksi digital yang aman dan transparan. Sejak ditemukan pada tahun 2008 [15], blockchain telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk keuangan, logistik, kesehatan, hingga pemerintahan. Blockchain memungkinkan transaksi tanpa perlu adanya perantara yang memastikan transaksi dilakukan dengan aman dan terverifikasi.

Telah banyak negara lain yang mengimplementasikan teknologi blockchain untuk berbagai keperluan. Misalnya, dalam industri perbankan, blockchain dapat digunakan untuk mempercepat proses transaksi dan meningkatkan keamanan data. Di sektor kesehatan, blockchain dapat digunakan untuk membantu meningkatkan keamanan data pasien dan memfasilitasi pertukaran informasi medis secara terenkripsi antara berbagai pihak. Dalam pemerintahan, blockchain dapat digunakan untuk memfasilitasi sistem identifikasi digital yang aman, mengurangi kemungkinan terjadinya kecurangan dalam pemilu dan meningkatkan transparansi dalam pengelolaan dana publik. Pada Bagian ini dijelaskan beberapa contoh studi kasus dari implementasi blockchain di pemerintahan negara lain serta dijabarkan beberapa inisiatif/*use cases* blockchain yang diadopsi dalam lingkup pemerintahan.

Inggris Raya (UK)

Inggris memiliki potensi untuk menjadi pemimpin blockchain global karena negara ini memiliki sistem hukum dan peraturan yang canggih yang akan mendukung ekosistem untuk bisnis dan pengusaha. Blockchain telah diimplementasikan di Pemerintah Inggris, Parlemen, dan Finance Conduct Authority (FCA). Pemerintah Inggris telah menginvestasikan lebih dari \$30 juta pada teknologi blockchain. Parlemen Inggris telah membentuk All-Party Parliamentary Group on Blockchain (APPG Blockchain) untuk menganalisis dan mengadvokasi dampak disruptif dari blockchain dan efek positif yang dapat diberikan kepada ekonomi Inggris baik di tingkat industri maupun pemerintahan.

FCA menerapkan kebijakan untuk mempromosikan inovasi blockchain bersama dengan sebelas regulator keuangan lainnya dan organisasi terkait.

Di Inggris Raya, pemanfaatan aplikasi blockchain tidak terbatas hanya pada sektor swasta, melainkan pemerintahan menerapkan juga. Pada beberapa tahun terakhir, Badan Konsultasi Sains dan Teknologi Pemerintah Inggris telah mempublikasikan rekomendasi penerapan teknologi blockchain pada sektor pemerintahan [46], antara lain

1. Blockchain digunakan untuk menyimpan informasi yang membutuhkan keamanan dari serangan siber.
2. Blockchain digunakan untuk menyimpan informasi, termasuk pembayaran kesejahteraan dan pensiun, untuk menyelesaikan masalah kebocoran, termasuk tumpang tindihnya sistem pembayaran tunjangan pemerintah.
3. Pembayaran bantuan luar negeri, terutama di negara-negara yang kurang berkembang, sering ditemukan bahwa bantuan pemerintah Inggris tidak memenuhi tujuan adopsi blockchain dalam uang digital yang membuatnya lebih mudah untuk mengontrol dan memantau penggunaan uang.
4. Mengurangi beban biaya transaksi UKM dalam pencatatan berbagai aset seperti hak paten tanah dan berbagai registrasi dalam bentuk blockchain.
5. Pemungutan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) di Eropa menjadi rumit karena sistem yang tidak konsisten antar keanggotaan. Sistem blockchain dapat membantu mengumpulkan data perdagangan yang mendukung pemeriksaan dan transaksi.

A. Contoh Sektor Penerapan Blockchain di Inggris Raya

Pemerintah Inggris Raya telah mengeluarkan beberapa inisiatif-inisiatif yang berkaitan dengan adopsi teknologi blockchain di sektor-sektor tertentu. Beberapa Departemen di bawah Pemerintah Inggris Raya yang telah melakukan inisiatif adopsi blockchain antara lain Departemen Pekerjaan dan Pensiun, Departemen Lingkungan Hidup, Pangan dan Urusan Pedesaan, serta Registrasi Tanah [10].

Selain itu, berdasarkan paparan dari [10], Innovate UK (lembaga yang dipimpin pemerintah) dan dewan penelitian lainnya, pemerintah Inggris menginvestasikan lebih dari £10 juta ke dalam proyek-proyek Blockchain di berbagai bidang seperti energi,

sistem pemungutan suara, dan pemberian amal. Pemerintah Inggris Raya menciptakan Dana Katalisator GovTech senilai £20 juta untuk mengeksplorasi solusi berbasis teknologi untuk tantangan sektor publik, yang berpotensi termasuk penggunaan blockchain dan DLT. Berikut penjelasan singkat mengenai beberapa Departemen di Inggris Raya yang telah menjalankan inisiatif blockchain.

1. Department of Work and Pensions (DWP)

DWP merupakan suatu Departemen Pekerjaan dan Pensiun yang berada di bawah pemerintahan Inggris Raya. Deputi bidang pembayaran digital dan sistem *bank* di Departemen ini menginginkan adanya transformasi infrastruktur pembayaran. Mereka ingin bergerak maju seiring dengan waktu dan mereka memahami bahwa mereka harus efisien, modern, cepat, terukur, inovatif, dan yang paling penting, mereka memahami bahwa mereka harus bekerja 24/7 [47].

Departemen Pekerjaan dan Pensiun Inggris Raya mempertimbangkan blockchain dan *Distributed Ledger Technologies* (DLT) untuk mentransformasi layanan pembayarannya yang diharapkan dapat memberikan manfaat bagi 20 juta pengklaim dan pelanggannya [48]. Sistem baru ini diharapkan dapat mengurangi waktu, biaya, dan tingkat kegagalan yang terkait dengan melakukan transaksi, sementara data disimpan dalam buku besar yang aman dan tidak dapat diubah. DWP mengelola pembayaran dan kebijakan kesejahteraan dan pensiun di Inggris.

2. Department of Environment, Food, and Rural Affairs

Departemen Lingkungan Hidup, Pangan, dan Urusan Pedesaan merupakan salah satu Departemen di Inggris Raya. Departemen ini telah melihat bagaimana blockchain telah digunakan dalam industri makanan dan pertanian untuk meningkatkan transparansi data dan efisiensi bagi pemasok, pengolah, dan konsumen.

Menurut salah satu pernyataan dari anggota parlemen Inggris Raya yaitu George Eustice [49], Departemen Lingkungan Hidup, Pangan, dan Urusan Pedesaan telah melakukan proyek '*proof of concept*' untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi blockchain dapat digunakan untuk meningkatkan ketertelusuran makanan di seluruh rantai pasokan. Hal ini akan berkontribusi pada pekerjaan yang lebih luas untuk melihat bagaimana teknologi blockchain dapat membawa manfaat di seluruh area

kebijakan Departemen ini, termasuk untuk keamanan pangan dan kesejahteraan hewan.

3. Land Registry

Pemerintah Inggris Raya melalui HM Land Registry atau Departemen Registrasi Pertanahan bertanggung jawab untuk mencatat 25 juta hak kepemilikan atas tanah dan properti yang bernilai lebih dari \$8,7 triliun [50]. Berdasarkan rilis pers yang dilakukan oleh HM Land Registry [51], Departemen ini sedang menjajaki bagaimana teknologi blockchain dapat digunakan untuk menyediakan layanan yang lebih cepat dan sederhana. HM Land Registry bermitra dengan perusahaan perangkat lunak Methods, yang akan memanfaatkan platform blockchain R3, Corda, untuk tahap kedua dari proyek penelitian dan pengembangan inovatif HM Land Registry, Digital Street. Methods akan didukung oleh tim ahli global dari R3, Blockchain Digital, dan jaringan mitra mereka yang lebih luas. Organisasi-organisasi ini akan membawa keahlian blockchain mereka ke HM Land Registry, memungkinkan Digital Street untuk sepenuhnya mengeksplorasi manfaat potensial dari teknologi baru ini.

China

Pemerintah Tiongkok telah mengumumkan dalam Rencana Lima Tahun Nasional Informasi ke-13 bahwa mereka akan menggunakan teknologi blockchain untuk meningkatkan efisiensi layanan pemerintah seperti pengumpulan pajak, pengembalian pajak, dan penerbitan dokumen pajak dalam bentuk elektronik, pencatatan data kesehatan, dan lain-lain [46].

Berdasarkan laporan yang dibuat oleh Merics [52], pada bulan Oktober 2019, Presiden Xi Jinping membuat pengumuman yang menetapkan arah baru yang akan mengalihkan fokus aktivitas dari mata uang kripto dan memulai sejumlah besar pengembangan blockchain baru yang berpusat pada kemandirian dan keamanan siber. Sebagai hasilnya, pengembangan blockchain di China saat ini didorong terutama oleh kebutuhan layanan pemerintah dan oleh proyek yang dikendalikan oleh korporasi atau konsorsium swasta.

A. Inisiatif Blockchain Regional

Pemerintah China menganggap bahwa teknologi blockchain menjadi kunci revolusi industri di China. pemerintah regional di China telah mengarahkan blockchain untuk

diterapkan dalam berbagai bidang di seluruh industri, baik sektor publik maupun swasta. Berdasarkan laporan dari Forkast Insight [53], berikut beberapa inisiatif yang ada di Pemerintah Regional China:

1. **Chongqing** – Pemerintah Kota Chongqing mengajukan inisiatif di tahun 2018 pada perusahaan terdaftar di kota tersebut untuk memulai penelitian tentang penggunaan blockchain dan AI. Teknologi tersebut dimanfaatkan untuk membuat mekanisme evaluasi kredit guna meningkatkan pembiayaan rantai pasok. Selain itu, di tahun yang sama inisiatif diperluas untuk membuat proyek pilot untuk mekanisme pembiayaan bagi usaha kecil dan menengah yang terdaftar di kota tersebut.
2. **Shenzhen** – Sejak tahun 2016, Kantor Keuangan Pemerintah Kota Shenzhen telah mengeluarkan rencana untuk perusahaan teknologi dan keuangan yang terdaftar di dalam kota ini untuk memperkuat penelitian dan eksplorasi teknologi baru yang muncul seperti blockchain dan mata uang digital.
3. **Beijing** – Pemerintah Kota Beijing sangat mendukung pengembangan teknologi baru khususnya untuk blockchain. Pada bulan Desember 2018, Distrik Xicheng kota tersebut mempromosikan pembangunan Zona Demonstrasi Inovasi Teknologi Keuangan dan Layanan Profesional Beijing, yang lebih dikenal sebagai distrik *fintech* Beijing, melalui hibah sebesar 10 juta RMB.
4. **Tianjin** - Pada tahun 2017, Biro Keuangan Kota Tianjin mengeluarkan dokumen kebijakan "Tindakan pada Proyek Konstruksi Sistem Rantai Pasokan dan Pengelolaan Dana," yang mempromosikan penggunaan blockchain untuk hal-hal seperti manajemen rantai pasokan atau *supply chain*.
5. **Nanjing** - Pada bulan September 2018, Komite Partai Komunis China dan Pemerintah Kota Nanjing mengumumkan inisiatif untuk membuat *platform* kredit berbasis blockchain sebagai bagian dari *platform* aplikasi *municipal* "My Nanjing" yang sudah ada.
6. **Shanghai** - Distrik Yangpu di Shanghai menetapkan inisiatif kebijakan pada bulan September 2018 untuk mendukung pengembangan sektor blockchain, termasuk subsidi biaya untuk *startup*, subsidi ruang kantor, dan dukungan pembiayaan yang menguntungkan.

B. Adopsi Blockchain Sebagai Penggerak Layanan Pemerintah

Di tahun 2019, sebesar 6% dari proyek blockchain baru di China difokuskan pada blockchain layanan pemerintah [12]. Hal ini menandakan keseriusan Pemerintah China untuk memanfaatkan blockchain sebagai penggerak layanan pemerintah. Berdasarkan [12], program blockchain untuk layanan pemerintah yang paling terlihat di Haidian, Beijing sejak April 2020. Warga di sini memiliki data pribadi yang ditangani oleh sistem blockchain bernama *One Network Portal*. Administrasi sipil dan aplikasi untuk layanan pemerintah dilakukan melalui sistem ini. Data dari beberapa institusi dan kementerian digabungkan untuk menyederhanakan verifikasi dan prosedur. Data yang dibagikan mencakup informasi kartu identitas, izin tinggal, sertifikat pernikahan dan perceraian, lisensi bisnis elektronik, informasi peringkat kredit pajak, informasi penilaian lingkungan, lisensi institusi medis, informasi kualifikasi perumahan, dan lain-lain.

India

Pemerintah India melalui Kementerian Elektronik dan Teknologi Informasi telah mengeluarkan dokumen strategi nasional untuk implementasi blockchain [54]. Visi yang dibangun di dalam strategi ini yaitu menciptakan platform digital terpercaya melalui infrastruktur Blockchain bersama, mempromosikan penelitian dan pengembangan, inovasi, teknologi, dan pengembangan aplikasi, dan memfasilitasi pengiriman layanan digital terkini, transparan, aman, dan terpercaya kepada warga negara dan bisnis, sehingga membuat India menjadi pemimpin global dalam teknologi blockchain. Untuk mendukung visi tersebut, adanya misi untuk mengembangkan ekosistem digital kolaboratif yang waspada dan terpercaya untuk menyediakan kerangka kerja terbuka, transparan, dan berbasis konsensus bagi pemerintah dalam menawarkan layanan *e-Governance* kepada warga negara dan bisnis melalui partisipasi beberapa organisasi yang menjamin kepercayaan, keamanan, pelacakan, integritas, dan kepatuhan regulasi.

A. Contoh Sektor Penerapan Blockchain di India

Berdasarkan laporan terkait dengan strategi Pemerintah India dengan blockchain yang dikeluarkan oleh NITI Aayog yaitu institusi Nasional untuk Transformasi India [11], berikut dijabarkan beberapa studi kasus beberapa sektor penerapan blockchain di Pemerintahan India.

- **Pencatatan Tanah atau *Land Records*:** Membuat sistem baru untuk mengelola kepemilikan dan transfer catatan tanah.

Pada sektor pertanahan, terdapat manfaat potensial dari diterapkannya teknologi blockchain yaitu:

1. Menjamin kepastian tentang kepemilikan properti.
2. Mengurangi permasalahan hukum terkait transfer tanah karena pencatatan tanah tercatat dengan jelas dan tidak dapat diubah.
3. Mendorong transaksi pembelian tanah dan investasi oleh perusahaan, menciptakan pasar tanah yang lebih baik sehingga meningkatkan nilai ekonomi.
4. Transparansi sistem secara keseluruhan melalui kemampuan audit *real-time*, dan catatan tanah yang ditandatangani digital dan berstempel waktu.

- **Sektor Farmasi pada Rantai Pasokan Obat-obatan**

Isu obat palsu merupakan masalah global yang saat ini dihadapi oleh setiap negara. Hal ini semakin meningkat dan berdampak besar terutama pada negara-negara berpendapatan rendah dan menengah. Menurut World Health Organization (WHO), sekitar satu dari sepuluh produk obat yang beredar di negara-negara tersebut adalah produk obat yang buruk atau palsu. Di India, obat palsu menjadi perhatian utama, dengan sekitar tiga persen obat yang ditemukan adalah obat yang buruk atau palsu menurut hasil survei nasional yang dilakukan oleh Institut Nasional Biologi, Kementerian Kesehatan dan Kesejahteraan Keluarga.

Pelacakan obat-obatan farmasi secara *end-to-end*, memberikan kemudahan untuk melihat pergerakan obat-obatan di setiap tahap atau pemangku kepentingan. Pelacakan yang lebih baik ini memfasilitasi optimasi aliran obat dan sistem manajemen persediaan yang efisien, sehingga menghasilkan perbaikan yang signifikan dalam perencanaan stok obat. Selain itu, teknologi blockchain dapat meningkatkan transparansi untuk meningkatkan akuntabilitas. Pengiriman obat-obatan dalam rantai pasok dapat dilacak di setiap titik. Hal lainnya yaitu memungkinkan untuk melacak para pemangku kepentingan yang terlibat dalam rantai pengiriman obat. Jika ada masalah selama pengiriman obat-obatan, blockchain dapat memungkinkan untuk mengidentifikasi pemangku kepentingan terakhir yang memproses produk tersebut.

- **SuperCert:** solusi blockchain identitas anti-penipuan untuk sertifikat pendidikan. Sertifikat merupakan cara untuk memverifikasi keabsahan identitas individu di berbagai bidang dan geografi. Sertifikasi berbasis kertas rentan terhadap manipulasi dan penipuan. Menurut laporan dari *First Advantage*, terdapat lebih dari 7.500 organisasi yang menyediakan sertifikat pekerjaan dan pendidikan palsu. Biasanya ada dua masalah yang terjadi yaitu gelar dari universitas palsu dan gelar palsu dari universitas yang sebenarnya.

Di India, SuperCert memiliki arsitektur blockchain berizin yang melibatkan desentralisasi, enkripsi identitas cerdas, dan interkoneksi identitas untuk penerbitan sertifikat pendidikan. Beberapa prosesnya antara lain:

1. Pembuatan identitas mahasiswa. Representasi unik dari identitas diwakili oleh blockchain, disertai dengan seperangkat kunci publik dan privat.
2. Penerbitan sertifikat oleh universitas, bersama dengan *superidentity* mahasiswa.
3. SuperCert yaitu pembuatan blok sertifikat mahasiswa - versi *hash* sertifikat pada blockchain.
4. Verifikasi sertifikat menggunakan kunci publik mahasiswa dan kunci publik universitas. Solusi ini memiliki fitur untuk verifikasi daring dan luring.

Selain itu, beberapa fitur utama yang ditawarkan oleh SuperCert ini antara lain:

1. Privasi data di mana data tetap berada pada entitas yang memilikinya.
2. Verifikasi otomatis *real-time* dari mana saja.
3. Terlindungi terhadap manipulasi dan penipuan.
4. Kepastian sertifikat akan bertahan di luar organisasi dan menghilangkan ketergantungan pada pihak yang menerbitkan untuk verifikasi di masa mendatang.
5. *Scalable* hingga tingkat nasional dan global.

B. Tantangan yang Dihadapi dalam Pemanfaatan Blockchain

Kemudian berdasarkan laporan yang telah dikeluarkan NITI Aayog [11], terdapat beberapa tantangan yang dihadapi Pemerintahan India dalam implementasi blockchain yaitu:

1. Perlunya pekerjaan yang signifikan untuk memastikan data bebas dari persengketaan dan menciptakan sumber kebenaran.
2. Proses dapat memerlukan perubahan agar sesuai dengan blockchain, sehingga satu pandangan mengenai potensi keberhasilan blockchain perlu didefinisikan.
3. Integrasi dengan sistem-sistem lama harus menjadi prioritas utama dalam pilihan desain teknis.
4. Modifikasi hukum dan regulasi adalah kunci untuk memungkinkan penggunaan blockchain dalam skala besar di sektor pemerintahan.

Singapura

Berdasarkan laporan yang telah dikeluarkan oleh [46], dapat dikatakan bahwa Singapura merupakan negara terdepan dalam pengembangan teknologi di ASEAN. Badan pemerintah Singapura menginvestasikan SGD 12 juta pada program riset untuk teknologi blockchain pada tahun 2020. Program ini bernama Program Inovasi Blockchain Singapura atau Singapore Blockchain Innovation Program (SBIP) yang merupakan hasil kolaborasi antara Enterprise Singapore, Otoritas Pengembangan InfoComm Media, dan Yayasan Riset Nasional Singapura dan didukung oleh Otoritas Moneter Singapura, bank sentral Singapura, dan regulator keuangan.

Teknologi blockchain saat ini begitu relevan, tetapi tidak menjadi prioritas strategis dalam Rencana Induk TIK 2015 hingga 2020 di Singapura. Singapura menyadari pentingnya teknologi blockchain, tetapi teknologi ini tidak masuk ke dalam lima prioritas strategis utama dalam Rencana Induk TIK 2015 hingga 2020. Beberapa alasan penting bagaimana teknologi blockchain perlu diadopsi dan masuk ke dalam Rencana Induk TIK pemerintah yaitu untuk meningkatkan keamanan dengan menyimpan data pada buku besar terdistribusi, menciptakan dokumen digital yang dapat diverifikasi dan tidak dapat dimanipulasi, melakukan verifikasi terdesentralisasi secara mandiri, serta meningkatkan transparansi melalui pencatatan publik yang telah terjadi.

A. Contoh Sektor Penerapan Blockchain di Singapura

Beberapa inisiatif yang berkaitan dengan aplikasi blockchain telah dikeluarkan oleh GovTech Singapura yaitu OpenCerts dan TradeTrust. GovTech mendesain platform

dengan memanfaatkan teknologi blockchain untuk memungkinkan distribusi dan penggunaan yang terdesentralisasi, serta rekaman yang tidak dapat dimanipulasi.

- **OpenCerts**

Dilansir dari *paper* yang dikeluarkan oleh GovTech Singapura [14], teknologi baru yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah yaitu blockchain. Salah satunya yaitu OpenCerts yang merupakan platform berbasis blockchain yang dikembangkan oleh Badan Teknologi Pemerintah atau GovTech, Kementerian Pendidikan, Ngee Ann Polytechnic dan SkillsFuture Singapore. Platform ini menawarkan cara yang mudah dan dapat diandalkan untuk menerbitkan dan memvalidasi sertifikat akademik yang tahan terhadap gangguan. Institusi pendidikan dapat dengan mudah membuat versi digital dari setiap sertifikat akademik yang telah atau akan diterbitkan, dan mempublikasikannya di buku besar publik.

Melalui OpenCerts, institusi pendidikan di Singapura mendapatkan keuntungan dari penghematan biaya untuk memverifikasi sertifikat yang diterbitkan secara otomatis. Para pelajar juga menerima sertifikat dan transkrip akademik mereka sebagai dokumen digital, yang dapat dengan mudah dilihat, dibagikan, dan diverifikasi oleh calon pemberi kerja dan universitas secara internasional.

- **TradeTrust**

TradeTrust merupakan sebuah *platform* yang dikembangkan oleh GovTech Singapura untuk menghubungkan pemerintah dan bisnis ke blockchain publik [55]. Hal ini memungkinkan interoperabilitas dokumen perdagangan elektronik yang terpercaya di seluruh *platform* digital. TradeTrust memiliki kemampuan yang telah terbukti dalam melacak sumber dokumen yang diterbitkan secara digital dan memverifikasi integritasnya secara independen. Contoh kasus penggunaan yaitu memvalidasi keaslian dan asal-usul dokumen yang diterbitkan pemerintah, transfer penagihan elektronik, dan banyak lagi.

Perbandingan Studi Kasus Penerapan Blockchain di Sektor Pemerintahan

Penggunaan teknologi blockchain oleh pemerintah dapat dilihat dari tiga perspektif, yaitu regulasi, konsumen, dan pengembang [23]. Sebagai regulator, sebuah negara mungkin ingin mengawasi penggunaan blockchain. Sebagai pengguna aplikasi, pemerintah dapat

memanfaatkan teknologi blockchain untuk mempercepat proses administratif. Selain itu, pada beberapa kasus, pemerintah dapat juga mengembangkan aplikasi berbasis blockchain sendiri untuk memenuhi kebutuhan internal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [23], berikut beberapa *use case* dari pemanfaatan teknologi blockchain yang diadopsi pemerintah ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Pemanfaatan Blockchain oleh Pemerintahan dan Fokus Aplikasi Blockchain

<i>Use Cases</i>	Negara	Fokus
Medis dan Layanan Kesehatan	Tiongkok, Amerika Serikat, Swiss, Filipina, Jepang, Brasil, dll.	<i>Supply chain, internet of things, dll.</i>
Infrastruktur Critical	Korea Selatan	Manajemen aset, optimalisasi, dll
Kota Blockchain	Malaysia	<i>Cryptocurrency, manajemen data</i>
Manajemen Aset	Georgia, Swedia, Swiss	Pendaftaran tanah, transaksi properti, dll.
Pendidikan	Jepang, Singapura, Malta	Manajemen Sertifikat
Manajemen Data	Filipina, Australia	Manajemen <i>Data Cloud</i>

Kemudian berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh [56], terdapat beberapa inisiatif berbasis blockchain di sektor pemerintahan di beberapa negara. Adopsi teknologi blockchain ini digunakan untuk berbagai keperluan layanan publik. Berikut pada Tabel 6.2 merangkum semua inisiatif berbasis blockchain di sektor pemerintahan.

Tabel 6.2 Inisiatif Berbasis Blockchain di Sektor Pemerintahan Beberapa Negara [56]

Negara	Nama Inisiatif	Sektor	Tipe Blockchain	Aplikasi Blockchain	Fitur	Status
India	Pendaftaran	Pemerintahan Andhra Pradesh	<i>Permissioned</i>	<i>Benefits/Entitlements</i>	Keamanan dari perekaman	Proyek sedang dikembangkan
Australia	Pemungutan suara berbasis blockchain	Australian Post	<i>Permissioned</i>	Secure E-Voting dengan blockchain	Kontrol akses dan keamanan suara pemilih	Tahap awal
Kanada	Laporan koridor blockchain	Departemen Inovasi, Sains dan Pengembangan Ekonomi	<i>Permissioned</i>	Strategi/Riset	Menyelesaikan isu kebijakan dan regulasi serta memantau prosesnya	Tahap awal
Belanda	Permohonan bantuan hukum	Dewan Bantuan Hukum	Publik	Penegakan Hukum/Pengadilan	Menilai kelayakan untuk hukum yang gratis, pekerjaan pengacara berdasarkan kredit yang dialokasikan	Tahap awal
India	Pendaftaran hak milik tanah berbasis <i>blockchain</i>	Negara Bagian Andhra Pradesh	<i>Permissioned</i>	Pendaftaran Hak Atas Tanah	Perdagangan yang aman dan transparan	Proyek dalam pengembangan
United Arab Emirates	Strategi Blockchain Dubai	Kantor <i>Smart</i> Dubai	Publik	Strategi/Penelitian	Aman, efisien, dan pengalaman kota	Proyek dalam pengembangan
Estonia	i-Voting	E-Estonia, E-Governance	<i>Permissioned</i>	<i>Voting</i> /pemungutan suara	Pemungutan suara sesuai waktu dan kehendak, Menghemat biaya dan sistem	Selesai
Korea Selatan	<i>Voting</i> Pemerintah Lokal	Provinsi Gyeonggi-do	<i>Permissioned</i>	<i>Voting</i> /pemungutan suara	Pemungutan suara yang aman dan dapat diandalkan, kemudahan dalam pengalokasian anggaran	Selesai
Estonia	Keyless Signature Infrastructure (KSI) berbasis <i>blockchain</i>	E-Estonia	Publik	Keamanan siber (infrastruktur kritis)	Tidak dapat diubah, privasi data dan Jaringan adalah bentuk bebas kompromi	Selesai

Benchmarking terhadap Strategi Blockchain Nasional di Beberapa Negara

Analisis *benchmarking* strategi nasional blockchain merupakan bagian penting dalam memahami pendekatan yang diambil oleh beberapa negara dalam mengadopsi teknologi blockchain. Dengan melihat keberhasilan dan tantangan yang dihadapi oleh negara-negara tersebut, kita dapat memperoleh wawasan berharga untuk merumuskan rekomendasi yang efektif dalam memanfaatkan teknologi blockchain di Pemerintahan Indonesia.

Melalui *benchmarking* strategi nasional blockchain dari berbagai negara, kita dapat mempelajari beberapa aspek yang berbeda-beda, antara lain aspek regulasi, kelembagaan, pendanaan, serta implementasi dan utilisasi (lihat Tabel 6.3). Informasi ini dapat menjadi landasan penting dalam merancang strategi nasional yang kokoh untuk memanfaatkan potensi teknologi blockchain dalam menghadapi tantangan masa depan di sektor pemerintahan di Indonesia.

Tabel 6.3 *Benchmarking* Strategi Blockchain Nasional di Beberapa Negara

Aspek Negara	Regulasi	Kelembagaan	Pendanaan	Implementasi dan Utilisasi
India	Belum ada regulasi yang spesifik mengatur pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan [57]	Centre of Excellence (CoE) untuk teknologi blockchain bertugas untuk mengoordinasikan pemanfaatan teknologi blockchain secara nasional. CoE bersamaan dengan National Informatics Centre (NIC) di bawah Kementerian Elektronik dan Teknologi Informasi diberi mandat untuk menyediakan solusi blockchain ke pemerintah pusat dan daerah [54]	-	Adopsi teknologi blockchain disusun berdasarkan peta jalan yang tersaji pada strategi blockchain India yang dimulai dari menganalisis <i>value</i> dari blockchain hingga integrasi aplikasi dari sektor berbeda [54]

Aspek	Regulasi	Kelembagaan	Pendanaan	Implementasi dan Utilisasi
Negara				
China	Belum terdapat peraturan spesifik untuk masing-masing sektor, namun terdapat peraturan payung terkait layanan informasi berbasis blockchain secara umum [58]	Kementerian Sains dan Teknologi China membentuk wadah yang bernama National Blockchain Innovation Centre di Beijing untuk fokus pada aplikasi industri dan studi kasus pemanfaatan blockchain terutama yang terkait dengan ekonomi China [59]	-	Pemerintah China telah mensponsori dan mempromosikan penggunaan sistem buku besar terdistribusi yang terintegrasi antar pemerintah daerah. Aplikasi <i>blockchain</i> juga telah diterapkan pada sektor privat seperti industri medis, rantai pasok, dan energi [60]
Amerika Serikat	Peraturan dibuat oleh masing-masing negara bagian pada sektor keuangan yang meliputi digital token dan sistem pembayaran. Belum terdapat peraturan dari tingkat federal yang mengatur mengenai tata kelola dari teknologi blockchain [61]	-	Pendanaan pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan dilakukan oleh masing-masing departemen terkait yang berinovasi dengan teknologi blockchain	Implementasi di sektor pemerintahan telah dilakukan oleh beberapa departemen di antaranya Departemen Dalam Negeri, Departemen Pertahanan untuk komando transportasi, dan Komando Material dan Penelitian Medis Angkatan Darat [62]
Singapura	Pada sektor keuangan telah diatur melalui <i>regulatory sandbox</i> khususnya pada produk-produk <i>fintech</i> . Sedangkan pada sektor non keuangan belum ada peraturan yang mengikat [61]	Berkaitan dengan pemanfaatan teknologi di pemerintahan, Singapura memiliki Smart Nation dan Digital Government Office yang bekerja sama juga dengan Government Technology Agency (GovTech)	Pendanaan untuk inisiatif blockchain yang diusulkan dilakukan oleh Pemerintah Singapura secara langsung dengan bekerja sama dengan GovTech [46]	Pemanfaatan teknologi blockchain menjadi salah satu inovasi dari Smart Nation yaitu OpenCerts yang dikembangkan oleh GovTech [61]

Aspek	Regulasi	Kelembagaan	Pendanaan	Implementasi dan Utilisasi
Negara				
Qatar	Belum adanya peraturan atau regulasi yang mengatur terkait pemanfaatan blockchain di sektor pemerintah dan hanya adanya <i>regulatory sandbox</i> untuk sektor keuangan [63]	-	-	-

7. Analisis dan Rekomendasi Implementasi Blockchain di Pemerintahan Indonesia

Blockchain merupakan sebuah inovasi revolusioner yang menawarkan sistem yang aman, terdesentralisasi, dan transparan dalam mencatat dan memverifikasi transaksi. Analisis dan rekomendasi implementasi blockchain di pemerintahan Indonesia memiliki potensi untuk membawa perubahan signifikan dalam cara pemerintah berinteraksi dengan warganya, serta meningkatkan pelayanan publik secara keseluruhan. Dengan menggunakan teknologi blockchain, pemerintah dapat memperkuat keamanan data, meminimalkan risiko kecurangan, serta meningkatkan akuntabilitas dan transparansi.

Dalam konteks ini, tujuan dari analisis ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang potensi dan manfaat blockchain bagi pemerintahan Indonesia, serta memberikan rekomendasi yang konkret untuk langkah-langkah implementasi yang sukses. Dengan demikian, diharapkan pemerintah dapat memanfaatkan teknologi blockchain dengan bijak dan meraih potensi penuhnya dalam menciptakan pemerintahan yang lebih efisien, transparan, dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Rekomendasi Kerangka Strategis Blockchain

Dalam rangka mendorong Pemerintah Indonesia untuk mengimplementasikan teknologi blockchain pada layanan publiknya sebagai bagian dari program Transformasi Digital, Dewan TIK Nasional melalui kajian ini memberikan rekomendasi berupa **Kerangka Strategis National Government Blockchain Indonesia** yang setelahnya akan disebut dengan **NG-Blockchain Indonesia**. Tujuan utama dari penerapan NG-Blockchain Indonesia yaitu untuk memastikan keamanan, ketertelusuran, dan transparansi dalam berbagai layanan publik. Implementasi NG-Blockchain Indonesia oleh Pemerintah Indonesia diharapkan mampu mengakselerasi adopsi dan tata kelola blockchain pemerintahan dalam rangka mendukung penerapan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik di IPPD. Rekomendasi Kerangka Strategis NG-Blockchain Indonesia untuk Pemerintah Indonesia diilustrasikan pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1 Kerangka Strategis NG-Blockchain Indonesia (Sumber: Wantiknas)

Aspek yang pertama yaitu regulasi dengan strategi pendukungan rencana dan regulasi NG-Blockchain Indonesia. Rencana dan regulasi NG-Blockchain Indonesia dimaksudkan untuk memastikan layanan blockchain di sektor pemerintahan dapat diakses dan dimanfaatkan oleh seluruh IPPD dengan kualitas yang baik. Rencana dan regulasi dapat bersifat nasional (sektoral atau lintas sektor).

Aspek yang kedua yaitu kelembagaan dan sumber daya manusia dengan strategi pengembangan kapasitas SDM dan lembaga dalam mendukung NG-Blockchain Indonesia. Dalam upaya pembangunan NG-Blockchain Indonesia yang direncanakan dan diimplementasikan dengan baik dan sesuai jadwal, perlu adanya pengawasan dan evaluasi secara menyeluruh dan berkala oleh suatu lembaga koordinasi. Peningkatan kapabilitas SDM di pemerintahan secara komprehensif juga akan dilaksanakan dalam rangka memperkuat fondasi SDM dengan kompetensi blockchain untuk jangka panjang.

Aspek yang ketiga yaitu pendanaan dengan strategi perencanaan dan pengelolaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang kreatif dan berkelanjutan. Dari sisi pendanaan dapat dilakukan dalam bentuk investasi penuh dan subsidi dengan melihat ketersediaan APBN. Selain itu, pemerintah dapat mencari sumber dan skema yang kreatif dengan memobilisasi investasi di luar pemerintah yang bekerja sama dengan pihak swasta. Ini akan menjadi langkah strategis untuk mendukung pembangunan layanan blockchain di sektor pemerintahan secara berkelanjutan.

Aspek yang keempat yaitu implementasi dan utilisasi dengan strategi pengintegrasian penerapan NG-Blockchain Indonesia. Pembangunan *super platform* blockchain nasional dapat menjadi upaya untuk menciptakan ekosistem blockchain di sektor pemerintahan secara nasional. Selain itu, perlunya pelaksanaan *pilot project* penerapan blockchain untuk sektor pemerintahan terpilih sebagai upaya percepatan NG-Blockchain Indonesia.



Pendukung Rencana dan Regulasi NG-Blockchain Indonesia

- 1 Penyusunan regulasi dan kebijakan terkait pemanfaatan blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional
- 2 Penyusunan rencana pengembangan dan implementasi blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional



Pengembangan Kapasitas SDM dan Lembaga dalam Mendukung NG-Blockchain Indonesia

- 1 Pembentukan unit/lembaga koordinasi tata kelola dan transisi blockchain di tingkat nasional
- 2 Peningkatan kapabilitas talenta digital dengan kompetensi blockchain



Perencanaan dan Pengelolaan Pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang Kreatif dan Berkelanjutan

- 1 Perencanaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia dalam APBN
- 2 Pengelolaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang lebih efektif dan efisien
- 3 Pelaksanaan kerja sama pemerintah dan swasta (*public private partnership*)



Pengintegrasian Penerapan NG-Blockchain Indonesia

- 1 Pembentukan unit/lembaga koordinasi tata kelola dan transisi blockchain di tingkat nasional
- 2 Peningkatan kapabilitas talenta digital dengan kompetensi blockchain

Gambar 7.2 Strategi dan Inisiatif Utama dalam Pengembangan NG-Blockchain

Sumber: Wantiknas

Beberapa usulan inisiatif utama yang telah disusun akan diukur capaiannya melalui pemantauan dan evaluasi agar terciptanya pengembangan yang berkelanjutan mengingat panjangnya waktu implementasi teknologi blockchain serta dapat munculnya potensi perubahan yang terjadi pada teknologi digital hingga beberapa tahun mendatang. Selaras dengan misi pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030, beberapa *key performance indicator* telah ditetapkan untuk setiap inisiatif hingga tahun 2030 pada Tabel 7.1 berikut.

Tabel 7.1 Target *Key Performance Indicator* tiap Inisiatif Pengembangan NG-Blockchain Indonesia

No	Inisiatif Utama	Key Performance Indicator	2023	2024-2030
1	Penyusunan regulasi dan kebijakan terkait pemanfaatan blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional	Tersusunnya Peraturan Presiden terkait dengan pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan dan disesuaikan dengan SPBE	Belum ada regulasi yang mengatur implementasi blockchain sektor pemerintahan	Tersusunnya minimal 1 peraturan implementasi blockchain di pemerintahan yang mencakup seluruh muatan substansi
2	Penyusunan rencana pengembangan dan implementasi blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional	Tersusunnya Rencana Induk dan Peta Jalan terkait dengan implementasi teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan yang disesuaikan dengan SPBE	Belum ada Rencana Induk dan Peta Jalan implementasi teknologi blockchain di sektor pemerintahan	Tersusunnya Rencana Induk dan Peta Jalan implementasi teknologi di Pemerintahan pada sektor-sektor strategis
3	Pembentukan unit/lembaga koordinasi tata kelola dan transisi blockchain di tingkat nasional	Terbentuknya unit/lembaga koordinasi di tingkat nasional	Belum ada unit/lembaga koordinasi tata kelola dan transisi blockchain di tingkat nasional	Tersedianya unit/lembaga yang bertugas sebagai koordinator implementasi dan tata kelola teknologi blockchain yang bersifat nasional
4	Peningkatan kapabilitas talenta digital dengan kompetensi blockchain	Ketersediaan tenaga kerja digital dengan kompetensi blockchain	n/a	Terpenuhinya kebutuhan tenaga kerja digital dengan kompetensi blockchain
		Peningkatan pelatihan talenta digital dengan kompetensi blockchain	n/a	Tersedianya pelatihan talenta digital dengan kompetensi blockchain untuk sektor pemerintahan

5	Perencanaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia dalam APBN	Tersusunnya perencanaan anggaran untuk adopsi blockchain sektor pemerintahan	Belum ada	Terciptanya perencanaan anggaran yang efektif dan selaras dengan inisiatif layanan berbasis blockchain di sektor-sektor strategis
6	Pengelolaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang lebih efektif dan efisien	Prosedur pengelolaan dana adopsi blockchain	Belum ada	Tersedianya prosedur yang jelas untuk pengelolaan pendanaan dari adopsi blockchain di pemerintahan secara nasional
7	Pelaksanaan kerja sama pemerintah dan swasta (<i>public private partnership</i>)	Skema kerja sama berkelanjutan bagi pengembangan blockchain sektor pemerintahan	Khusus untuk pengembangan blockchain di sektor pemerintahan belum ada	Terciptanya kerja sama berkelanjutan yang menguntungkan dan berdampak bagi sektor-sektor pemerintahan yang mengimplementasi blockchain
8	Pembangunan <i>super platform</i> blockchain nasional	Tingkat adopsi <i>platform</i> blockchain nasional di berbagai sektor	Belum ada sektor yang terintegrasi	Sektor-sektor di pemerintahan yang menggunakan <i>platform</i> blockchain nasional serta layanan pemerintah berbasis blockchain yang saling terintegrasi
9	Penyiapan infrastruktur pendukung pembangunan/pengembangan implementasi blockchain sektor pemerintahan	Tingkat kesiapan aspek infrastruktur piranti keras blockchain	Kesiapan infrastruktur pada Pusat Data Nasional (persentase belum diketahui)	>90 persen (implementasi teknologi blockchain dengan skala nasional)
		Tingkat kesiapan aspek infrastruktur piranti lunak blockchain	Beberapa sektor telah mengembangkan untuk aplikasi berbasis blockchain (persentase belum diketahui)	>90 persen (implementasi teknologi blockchain dengan skala nasional)
10	Pelaksanaan program percepatan NG-Blockchain Indonesia	Persentase adopsi <i>pilot project</i> implementasi blockchain untuk sektor pemerintahan terpilih	Belum dimulai	Terwujudnya <i>pilot project</i> untuk implementasi blockchain di sektor-sektor strategis pemerintahan

Prinsip Dasar

Pembangunan NG-Blockchain Indonesia dilaksanakan dengan enam prinsip dasar sebagai berikut:

1. **Kepentingan Umum.** Pembangunan NG-Blockchain Indonesia untuk mendukung transformasi digital di Indonesia harus berfokus pada kepentingan umum serta harus dapat dimanfaatkan oleh seluruh IPPD di Indonesia.
2. **Ekosistem dan Keterpaduan.** Pembangunan NG-Blockchain Indonesia perlu berorientasi pada satu ekosistem blockchain nasional yang mencakup seluruh aspek infrastruktur, pemanfaatan dan adopsi, hingga pengembangan SDM dengan kompetensi blockchain. Selain itu, pengembangannya perlu memadukan dan mengintegrasikan berbagai sistem yang ada di pemerintahan.
3. **Kolaborasi.** Pembangunan NG-Blockchain Indonesia perlu melibatkan unsur *stakeholder* terkait antara lain akademisi, bisnis, pemerintah, dan masyarakat. Selain itu perlunya melibatkan potensi dalam negeri dan berfokus pada manfaat yang dapat dihasilkan oleh teknologi blockchain.
4. **Inovasi.** Pembangunan dan pendanaan yang kreatif dan inovatif sangat diperlukan untuk percepatan pembangunan NG-Blockchain Indonesia.
5. **Transparan.** Kegiatan dan anggaran untuk pembangunan NG-Blockchain Indonesia dikelola secara terbuka dan dapat diakses oleh *stakeholder* terkait.
6. **Intervensi dan Peran Pemerintah.** Pemerintah dapat berperan dan melakukan intervensi pada pembangunan NG-Blockchain Indonesia demi mempercepat implementasi teknologi blockchain di sektor pemerintahan, baik berupa kebijakan, regulasi hingga pendanaan.

Prasyarat

Pembangunan NG-Blockchain Indonesia perlu dilakukan secara bertahap dan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari implementasi SPBE serta transformasi digital nasional. Prasyarat yang wajib dipenuhi, yaitu adanya:

1. Kepemimpinan digital (*digital leadership*) dari pemerintah dalam memberikan arah panduan pengembangan blockchain nasional di sektor pemerintahan;
2. Komitmen pemerintah dalam menjaga konsistensi dan keberlanjutan pengembangan blockchain nasional di sektor pemerintahan;
3. Adanya sinergi dan kolaborasi *multi stakeholder* dalam upaya harmonisasi kebijakan dan penyelarasan program pengembangan; dan
4. Terwujudnya kerja sama antara pemerintah dengan industri swasta sesuai dengan tugas, kewenangan, dan kapasitasnya.

Rincian Strategi Pengembangan NG-Blockchain Indonesia

Pengembangan teknologi blockchain di Indonesia menjadi salah satu fokus utama dalam mewujudkan transformasi digital untuk menuju Negara Nusantara Berdaulat, Maju, dan Berkelanjutan. Dengan menggabungkan inovasi teknologi dan kebijakan yang progresif, Indonesia dapat memperkuat ekosistem blockchain secara komprehensif. Strategi pengembangan NG-Blockchain Indonesia ini mencakup pemberdayaan pelaku industri melalui pendekatan kolaboratif antara pemerintah, sektor swasta, dan akademisi. Berikut dijabarkan penjelasan beberapa strategi yang direkomendasikan.

7.1 Strategi Pendukung Rencana dan Regulasi NG-Blockchain Indonesia

Penguatan strategi pendukung rencana dan regulasi NG-Blockchain Indonesia dapat dilakukan melalui 2 (dua) inisiatif sebagai berikut:

- A. Penyusunan regulasi dan kebijakan terkait pemanfaatan blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional; dan
- B. Penyusunan rencana pengembangan dan implementasi blockchain sektor pemerintahan yang bersifat nasional.

Penyusunan Regulasi dan Kebijakan terkait Pemanfaatan Blockchain Sektor Pemerintahan yang Bersifat Nasional

Regulasi dan kebijakan untuk implementasi dan pengembangan teknologi blockchain di sektor pemerintahan sangat diperlukan sebagai payung hukum secara nasional serta memastikan layanan pemerintah yang berbasis blockchain dapat diakses dan dimanfaatkan oleh seluruh IPPD di Indonesia. Regulasi dan kebijakan yang diatur nantinya dapat bersifat sektoral (pengaturan dalam sektor TIK) atau lintas sektor (pengaturan mencakup berbagai sektor). Secara umum, regulasi dan kebijakan terkait pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan perlu ditetapkan untuk:

1. Mengakselerasi adopsi teknologi blockchain pada sektor-sektor strategis di pemerintahan;
2. Menciptakan kompetisi dan akses terbuka bagi pemain blockchain di dalam negeri untuk mencegah terjadinya praktik monopoli, dan menghilangkan hambatan;
3. Memastikan pengalokasian dan penggunaan sumber daya (kebutuhan sarana dan prasarana blockchain sektor pemerintahan) secara efektif dan efisien;
4. Mendorong penggunaan teknologi blockchain dengan tetap mempertimbangkan pengembangan industri dalam negeri;
5. Mendukung pengembangan industri blockchain khusus pada sektor pemerintahan di dalam negeri termasuk penggunaannya;
6. Memberikan perlindungan terhadap prasarana TIK yang berkaitan dengan blockchain sebagai aset strategis nasional; dan
7. Memberikan perlindungan bagi pemerintah atas keamanan data/informasi dan serta kualitas layanan pemerintah yang berbasis blockchain.

Selain itu, dalam menyusun kebijakan dan regulasi pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor pemerintahan di Indonesia perlu mempertimbangkan beberapa aspek antara lain:

1. Pengenalan dan definisi,
2. Perlindungan data dan privasi,
3. Identifikasi dan otorisasi,

4. Keandalan dan keamanan,
5. Transparansi dan akuntabilitas,
6. Pengawasan dan penegakan hukum,
7. Sumber daya manusia,
8. Inovasi dan Pengembangan, dan
9. Kolaborasi Swasta dan Pemerintah.

Penyusunan Rencana Pengembangan dan Implementasi Blockchain Sektor Pemerintahan yang Bersifat Nasional

Sebagai salah satu inisiatif utama untuk mendorong pengembangan dan implementasi teknologi blockchain sektor pemerintahan, pemerintah perlu menetapkan Rencana Induk atau *Blueprint* pengembangan blockchain sektor pemerintahan di Indonesia sebagai acuan pemerintah dan *stakeholder* terkait untuk berkolaborasi dalam mempercepat implementasi teknologi blockchain di pemerintahan. Dalam rangka menghadapi tantangan dan peluang dalam menerapkan teknologi blockchain di lingkup pemerintahan, beberapa aspek penting yang harus dipertimbangkan antara lain

1. Analisis kebutuhan dan masalah;
2. Tujuan dan sasaran;
3. Pemilihan platform dan teknologi;
4. Rancangan arsitektur blockchain nasional;
5. Keamanan dan perlindungan data;
6. Interoperabilitas dan integrasi; dan
7. Pengukuran kinerja dan evaluasi.

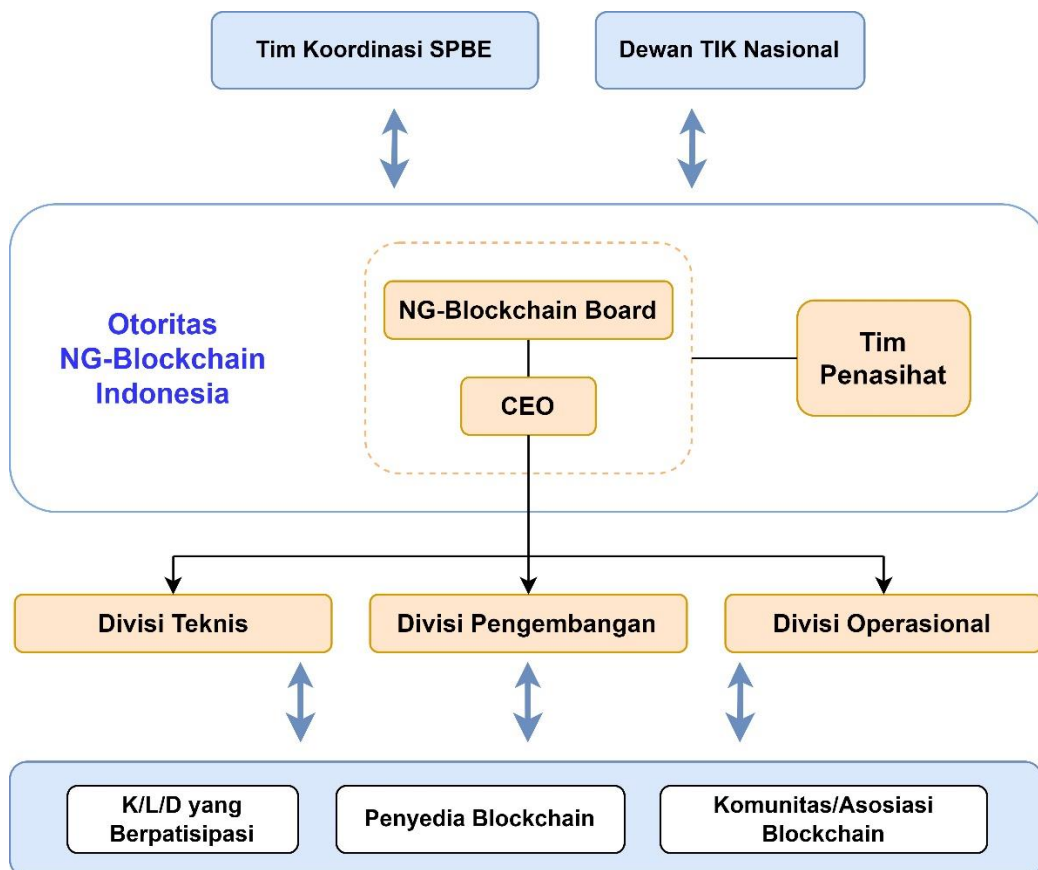
7.2 Strategi Pengembangan Kapasitas SDM dan Lembaga dalam Mendukung NG-Blockchain Indonesia

Penguatan strategi pengembangan kapasitas SDM dan Lembaga dalam mendukung NG-Blockchain Indonesia dapat dilakukan melalui 2 (dua) inisiatif sebagai berikut:

- A. Pembentukan unit/lembaga koordinasi tata kelola dan transisi blockchain di tingkat nasional; dan
- B. Peningkatan kapabilitas talenta digital dengan kompetensi blockchain.

Pembentukan Unit/Lembaga Koordinasi Tata Kelola dan Transisi Blockchain di Tingkat Nasional

Sebagai upaya kolaborasi dan koordinasi antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah dalam mengimplementasi teknologi blockchain, perlu dibentuknya Unit/lembaga tata kelola dan transisi blockchain sektor pemerintahan di tingkat Nasional dalam rangka menyelaraskan pemanfaatan teknologi blockchain untuk sektor tertentu. Selain itu, unit/lembaga ini dapat berfungsi untuk melakukan akreditasi penyedia teknologi blockchain. Unit/Lembaga ini akan mengambil tanggung jawab untuk menetapkan peraturan, standar, dan prinsip yang diperlukan untuk melakukan penerapan, pengembangan, dan pengelolaan NG-Blockchain Indonesia. Berikut diilustrasikan pada Gambar 7.3 rekomendasi struktur otoritas NG-Blockchain Indonesia.



Gambar 7.3 Rekomendasi Struktur Otoritas NG-Blockchain Indonesia

Sumber: Wantiknas

Dalam upaya mendukung Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), Otoritas NG-Blockchain Indonesia dapat melakukan koordinasi dengan *stakeholder* yang masuk di dalam Tim Koordinasi SPBE. Sementara itu, Dewan TIK Nasional juga perlu berperan dalam koordinasi dengan Otoritas NG-Blockchain Indonesia dalam rangka merumuskan kebijakan umum dan arahan strategis pembangunan TIK Nasional. Otoritas NG-Blockchain Indonesia memiliki fokus untuk melakukan tata kelola dan transisi pemanfaatan teknologi blockchain di sektor pemerintahan secara Nasional yang terdiri dari unit-unit berikut:

- NG-Blockchain Board + Ketua

NG-Blockchain Board di sini bertanggung jawab atas proses pengambilan seluruh keputusan otoritas NG-Blockchain Indonesia. Di dalam NG-Blockchain Board terdapat representatif dari berbagai sektor yang ada di pemerintahan Indonesia. NG-Blockchain Board akan bekerja dengan seorang Direktur. Direktur tersebut memegang tanggung jawab untuk mengelola tiga divisi, yaitu divisi teknis, divisi pengembangan, dan divisi operasional.

- Tim Penasihat

Tim Penasihat di sini bertujuan untuk memberikan pendapat ahli dan melakukan analisis terkait pemanfaatan teknologi blockchain untuk mendukung proses pengambilan keputusan Board dan CEO dari NG-Blockchain Indonesia. Anggotanya merupakan praktisi di bidang blockchain. Tugas dari Tim Penasihat yaitu untuk memberikan rekomendasi dan dukungan mengenai seluruh prosedur dan keputusan tata kelola blockchain sektor pemerintah, serta untuk menyoroti isu dan masalah yang dapat menyebabkan ancaman.

- Divisi Teknis

Divisi ini memiliki tugas dan tanggung jawab untuk:

1. Menetapkan peraturan, standar, dan prinsip dari NG-Blockchain Indonesia yang harus diikuti oleh Penyedia Teknologi Blockchain,
2. Merancang dan mengelola kerangka kerja arsitektur NG-Blockchain yang berdasarkan pada semua solusi blockchain yang diusulkan,
3. Memastikan bahwa semua solusi blockchain sesuai dengan kerangka kerja dan standar,

4. Memastikan keamanan dari layanan blockchain yang digunakan pemerintah sesuai dengan kebijakan dan standar keamanan yang telah ditetapkan, dan

- **Divisi Pengembangan**

Divisi ini memiliki tugas dan tanggung jawab untuk:

1. Merancang desain dan pengembangan layanan blockchain pemerintah,
2. Melaksanakan manajemen proyek dan perubahan pada implementasi NG-Blockchain di pemerintahan,
3. Menyusun solusi pengadaan blockchain pemerintah yang mencakup prosedur dan artefak negosiasi kontrak dengan Penyedia Teknologi Blockchain (RFP, SLA, dll.),
4. Menangani akreditasi dan sertifikasi Penyedia Teknologi Blockchain yang akan menawarkan layanannya ke Pemerintah,
5. Merancang prosedur dukungan dan pemeliharaan blockchain pemerintah,
6. Menjaga hubungan prosedural antara Penyedia Teknologi Blockchain dan IPPD yang berpartisipasi, dan
7. Melacak kemajuan adopsi blockchain dan membuat dasbor kemajuan nasional dalam pemanfaatan teknologi blockchain.

- **Divisi Operasional**

Divisi ini memiliki tugas dan tanggung jawab untuk:

1. Menyusun prosedur dan implementasi penerapan solusi blockchain pemerintah,
2. Mengelola proses transisi solusi blockchain sektor pemerintahan secara Nasional,
3. Melaksanakan dukungan utama untuk sektor pemerintahan yang mengadopsi blockchain melalui NG-Blockchain, dan
4. Melakukan manajemen operasional seperti, mengelola ketersediaan sistem, pemantauan dan penyetelan kinerja blockchain, keamanan blockchain, dll.

Peningkatan Kapabilitas Talenta Digital dengan Kompetensi Blockchain

Peningkatan kualitas, kapasitas, dan daya saing talenta digital dilakukan secara menyeluruh. Talenta digital dengan kompetensi blockchain hendaknya disiapkan agar mampu mengakselerasi pengembangan teknologi blockchain di Indonesia khususnya untuk sektor pemerintahan. Pelaksanaannya mencakup 3 (tiga) inisiatif utama, yaitu:

1. Program Pelatihan dan Penyiapan Karir Bagi SDM Pelajar/Umum

Mempersiapkan para pelajar dengan lulusan tingkat atas (vokasi dan perguruan tinggi) serta peserta umum untuk mendapatkan akses terhadap pendidikan dan pelatihan khususnya untuk bidang digital dengan kompetensi blockchain. Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan antara lain pemberian akses pelatihan gratis, web seminar (webinar), serta penyediaan bimbingan karir bagi pencari kerja di bidang blockchain.

2. Perekrutan dan Pengembangan Talenta Digital dengan Kompetensi Blockchain Bagi ASN

Mempersiapkan kebutuhan akan talenta digital dengan kompetensi blockchain sangat diperlukan bagi pemerintah khususnya untuk sektor pemerintahan. Selain diperlukannya pengembangan SDM milik pemerintah saat ini, perlunya perekrutan talenta digital yang bertujuan untuk mempercepat adopsi teknologi blockchain. Beberapa kompetensi yang dibutuhkan antara lain pengembang perangkat lunak blockchain, kriptografer, spesialis keamanan siber, ahli dalam sektor spesifik, dll.

3. Pemanfaatan Diaspora Indonesia dengan Kompetensi Blockchain.

Inisiatif ini berfokus pada upaya untuk memanfaatkan talenta digital yang ada di luar negeri untuk dapat kembali dan berkontribusi di dalam negeri. Diaspora ini dapat memberi kontribusi untuk pengembangan industri blockchain khususnya membantu akselerasi pemanfaatan blockchain di sektor pemerintahan.

7.3 Strategi Perencanaan dan Pengelolaan Pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang Kreatif dan Berkelanjutan

Penguatan strategi perencanaan dan pengelolaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang kreatif dan berkelanjutan dapat dilakukan melalui 3 (tiga) inisiatif sebagai berikut:

- A. Perencanaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia dalam APBN;
- B. Pengelolaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang lebih efektif dan efisien; dan
- C. Pelaksanaan kerja sama pemerintah dan swasta (*public private partnership*).

Perencanaan Pendanaan NG-Blockchain Indonesia dalam APBN

Pengalokasian dana pemerintah dalam rangka perencanaan pendanaan NG-Blockchain Indonesia dapat dilakukan melalui investasi penuh atau subsidi dengan memperhatikan ketersediaan APBN. Perencanaan pendanaan ini tentunya sangat penting mengingat besarnya biaya yang diperlukan untuk membangun ekosistem blockchain pemerintah secara nasional. APBN dapat dialokasikan melalui Kementerian/Lembaga terpilih untuk melaksanakan perencanaan pendanaan. Mata anggaran yang dapat digunakan seperti rupiah murni, pinjaman/hibah luar negeri, dan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). Di luar mata anggaran dari Kementerian/Lembaga bisa melalui Pusat Investasi Pemerintah. Sementara itu, perencanaan pendanaan perlu juga memerhatikan sinkronisasi APBN Kementerian/Lembaga untuk belanja TIK guna menghindari adanya duplikasi sarana dan prasarana.

Pengelolaan Pendanaan NG-Blockchain Indonesia yang Lebih Efektif dan Efisien

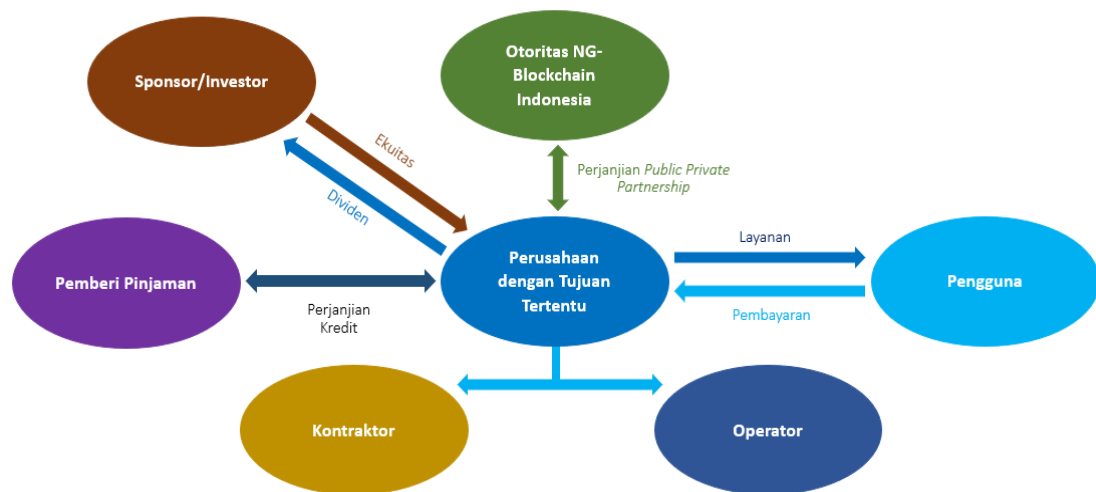
Pengelolaan pendanaan untuk pembangunan NG-Blockchain Indonesia harus dapat dilakukan secara optimal memanfaatkan kapasitas pendanaan dan dilakukan secara efektif. Pendanaan yang dilakukan pemerintah bertujuan untuk mempercepat pemanfaatan dan pertumbuhan teknologi blockchain khususnya pada sektor-sektor terpilih di pemerintahan. Dukungan untuk pengelolaan pendanaan pemerintah perlu memerhatikan beberapa hal [64] antara lain

1. Kondisi dan kapasitas keuangan negara;
2. Kemampuan pasar pada daerah sasaran;
3. Efektivitas, efisiensi dan jaminan berkelanjutan; dan
4. Model bisnis yang inovatif

Sebelumnya pemerintah perlu memiliki rencana pendanaan jangka panjang yang komprehensif untuk mengidentifikasi kebutuhan NG-Blockchain Indonesia, menetapkan prioritas, dan menghitung estimasi biaya proyek-proyek. Diversifikasi sumber pendanaan juga sangat penting, termasuk mempertimbangkan anggaran pemerintah, pinjaman, investasi swasta, dan kemitraan internasional. Manajemen risiko keuangan perlu dilaksanakan juga sebagai rencana untuk memitigasi risiko finansial yang mungkin muncul. Transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan dana publik juga perlu dilakukan.

Pelaksanaan Kerja Sama Pemerintah dan Swasta (*Public Private Partnership*)

Public Private Partnership atau bisa disebut Kerja sama Pemerintah dan Swasta dimungkinkan untuk mendapatkan dukungan pemerintah melalui fiskal atau non fiskal. Kerja sama ini merupakan perjanjian jangka panjang antara pemerintah dan mitra swasta di mana mitra swasta menyediakan dan mendanai layanan publik dengan menggunakan aset modal, serta menanggung risiko terkait [65]. Untuk dapat mendatangkan dana swasta dalam rangka mendukung pengembangan NG-Blockchain Indonesia, Pemerintah harus menciptakan kondisi investasi dan lingkungan bisnis yang kondusif. Dalam rangka mendorong kerja sama pemerintah dan swasta terkait dengan adopsi teknologi blockchain di pemerintahan, inisiatif bersama di tiap sektor yang relevan dapat dieksplorasi di bagian yang dapat diimplementasikannya teknologi blockchain. Secara umum, model kerja sama pemerintah dan swasta yang diusulkan pada kajian ini diilustrasikan pada Gambar 7.4 berikut.



Gambar 7.4 Skema *Public Private Partnership* untuk NG-Blockchain Indonesia

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas

Pemerintah memiliki peran sentral dalam mendukung dan memastikan kesuksesan program kerja sama ini. Dalam konteks ini, pemerintah perlu memerhatikan peraturan dan regulasi yang memungkinkan kerja sama antara sektor publik dan swasta untuk pengembangan NG-Blockchain Indonesia. Selain itu, seleksi mitra swasta yang berkualitas, transparansi, dan akuntabilitas tinggi dalam pengelolaan dana publik adalah hal penting. Pemerintah juga dapat memanfaatkan dukungan dari lembaga keuangan dan lembaga pembiayaan infrastruktur, serta menjalankan pemantauan dan evaluasi yang teratur untuk memastikan keberhasilan proyek.

7.4 Pengintegrasian Penerapan NG-Blockchain Indonesia

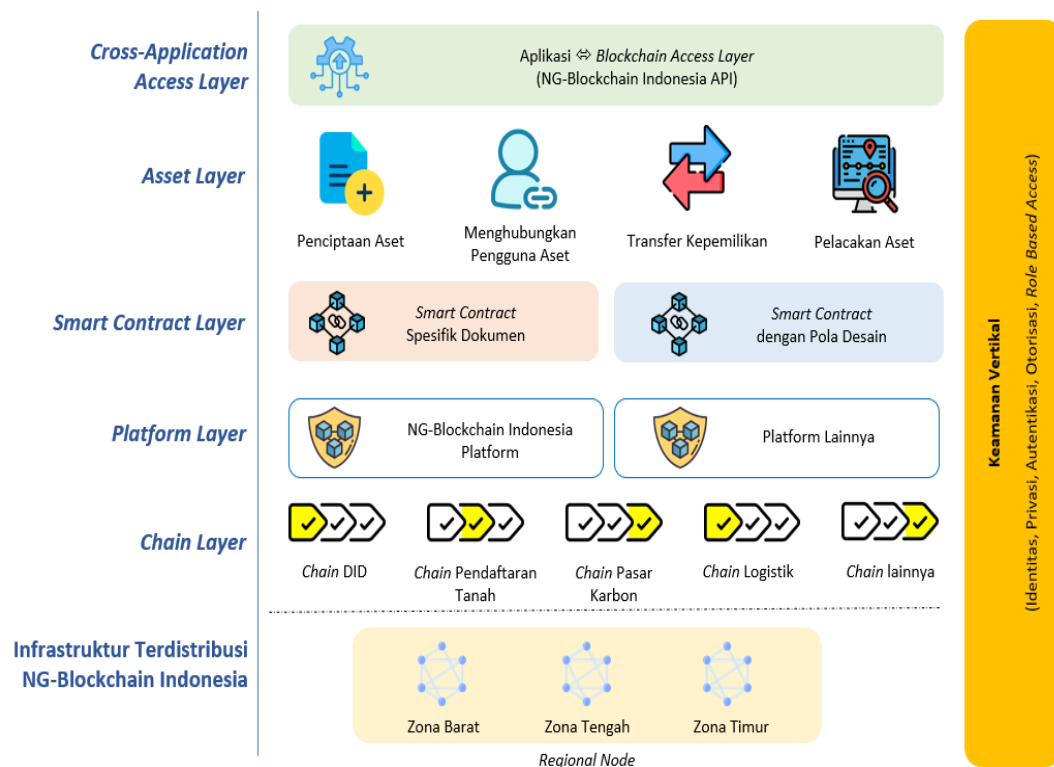
Penguatan strategi pengintegrasian penerapan NG-Blockchain Indonesia dapat dilakukan melalui 3 (tiga) inisiatif sebagai berikut:

- A. Pembangunan *super platform* blockchain nasional;
- B. Penyiapan infrastruktur pendukung pembangunan/pengembangan implementasi blockchain sektor pemerintahan; dan
- C. Pelaksanaan program percepatan NG-Blockchain Indonesia.

Pembangunan *Super Platform Blockchain Nasional*

Pembangunan *super platform blockchain* nasional untuk pemerintahan merupakan langkah penting dalam memodernisasi dan meningkatkan efisiensi layanan publik di berbagai sektor di Indonesia. Dengan *super platform* ini, pemerintah dapat menciptakan ekosistem layanan publik berbasis *blockchain* yang aman, transparan, dan dapat diandalkan. *Super platform* ini akan memungkinkan pemerintah untuk mengelola data dengan lebih efisien, mengurangi birokrasi, dan memastikan integritas dan keamanan informasi yang sensitif karena bersifat nir sangkal. Selain itu, *super platform* ini dapat digunakan untuk memfasilitasi proses otomatisasi melalui *smart contract*, mempercepat pengambilan keputusan, dan meningkatkan keterbukaan data kepada masyarakat. Dalam konteks ini, pengembangan dan pengelolaan *super platform* harus memperhatikan keamanan, regulasi, dan kerja sama yang kuat antara sektor publik dan swasta untuk mencapai tujuan yang berhasil dan berkelanjutan.

Keberadaan *super platform blockchain* nasional dapat mendukung kolaborasi lintas sektor dan *platform* untuk memanfaatkan teknologi *blockchain* sehingga dapat menjadi katalisator transformasi digital yang berkelanjutan. salah satu contoh kolaborasi yang bisa tercipta di mana suatu layanan publik yang berjalan dengan berbasis *blockchain* diakses dan disepakati oleh beberapa *stakeholder* yang berkaitan dengan layanan tersebut. Hal ini memungkinkan adanya koneksi antar aplikasi layanan berbasis *blockchain* melalui kehadiran *super platform blockchain* nasional. Usulan adanya *super platform blockchain* ini masuk ke dalam suatu *framework* *blockchain* nasional yang diadaptasi dari Pemerintah India [54]. Berikut ditunjukkan pada Gambar 7.5 yang merupakan penggambaran *platform* NG-Blockchain Indonesia di dalam NG-Blockchain Indonesia *Framework*.



Gambar 7.5 NG-Blockchain Indonesia *Framework*

Sumber: Wantiknas - adaptasi dari [54]

Penyiapan Infrastruktur Pendukung Pembangunan/Pengembangan Implementasi Blockchain Sektor Pemerintahan

Dalam rangka mendukung pembangunan atau pengembangan implementasi teknologi blockchain di sektor pemerintahan memerlukan infrastruktur yang kokoh dan terintegrasi. Secara umum, dalam membangun ekosistem blockchain NG-Blockchain Indonesia, diperlukan sejumlah komponen pendukung antara lain:

1. Jaringan sebagai fondasi infrastruktur dalam menghubungkan berbagai *node* di blockchain;
2. Protokol atau seperangkat aturan dan standar yang berfungsi mengatur fungsi blockchain;
3. Mekanisme konsensus yaitu algoritma atau proses yang digunakan untuk mencapai konsensus tentang validitas transaksi di dalam blockchain;
4. Kriptografi yang digunakan untuk mengamankan data yang disimpan di dalam blockchain;

5. Kontrak pintar atau *smart contract* yang berisi klausul terkait hak dan kewajiban dari berbagai pihak yang berkepentingan pada sebuah transaksi; dan
6. Aplikasi atau layanan yang dibangun di atas platform blockchain yang memungkinkan pengguna dalam berinteraksi di ekosistem blockchain.

Infrastruktur jaringan blockchain pada prinsipnya mengacu pada beberapa hal [66] antara lain *Central Processing Unit* (CPU), *Graphical Processing Unit* (GPU), *nodes* dan *clients* serta *clusters*. Sementara itu, terdapat aspek *platform* yang merupakan turunan dari infrastruktur fisik blockchain yang perlu disediakan. Beberapa hal yang masuk ke dalam aspek *platform* ini yaitu

- a. *Platform* perangkat keras;
- b. *Platform* sistem operasi;
- c. *Platform* perangkat lunak komputer;
- d. *Platform* manajemen dan penyimpanan data;
- e. *Platform* jaringan atau telekomunikasi; dan
- f. *Platform* internet.

Pelaksanaan Program Percepatan NG-Blockchain Indonesia

Inisiatif ini berguna dalam membentuk fondasi untuk membangun dan menyebarkan NG-Blockchain. Wantiknas mengusulkan otoritas NG-Blockchain Indonesia untuk bertanggung jawab dalam melaksanakan program percepatan melalui *pilot project* implementasi NG-Blockchain dengan menargetkan pelaksanaan pada *use case* di sektor yang akan dipilih. Hal ini dapat memperoleh pengalaman yang nyata dalam adopsi blockchain serta sebagai percontohan, sehingga diharapkan terciptanya adopsi blockchain di semua sektor. Beberapa hal-hal yang perlu diperhatikan dalam membentuk *pilot project* ini antara lain:

1. Kesiapan Pemerintah di sektor TIK (khususnya tata kelola blockchain) untuk menyebarkan solusi dan menyediakan dukungan *pilot project* adopsi blockchain pada sektor yang dipilih;
2. Penilaian kebutuhan dari sektor yang dipilih untuk layanan yang proses bisnisnya sudah matang untuk diimplementasi blockchain;

3. Keterlibatan dari *stakeholders* dalam proses perencanaan dan pelaksanaan *pilot project*;
4. Keselarasan dengan regulasi dan peraturan yang berlaku pada sektor yang terpilih; dan
5. Evaluasi yang berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas *project blockchain* pada sektor lainnya di masa mendatang

Merancang *pilot project* blockchain memerlukan langkah-langkah yang konkret dan perlu pertimbangan. Berikut ditunjukkan pada Gambar 7.6, langkah-langkah dalam melakukan *pilot project* blockchain di sektor pemerintahan yang perlu dipertimbangkan.

Penentuan Tujuan Memahami tujuan dan melakukan identifikasi kasus penggunaan (<i>use case</i>) serta mendefinisikan masalah yang akan dipecahkan.
Pemilihan Jenis Blockchain Dengan adanya berbagai pilihan blockchain, baik <i>private</i> , <i>public</i> , maupun <i>consortium</i> , penentuan tersebut akan menentukan tingkat desentralisasi dan kontrol akses yang diperlukan.
Protokol Konsensus Protokol konsensus seperti <i>Proof of Work</i> (PoW), <i>Proof of Stake</i> (PoS), ataupun <i>Byzantine Fault Tolerance</i> (BFT) yang bergantung pada faktor keamanan, skalabilitas, efisiensi, dan kebutuhan partisipasi peserta jaringan.
Desain Data Mencakup bagaimana data diorganisir, diakses, dan diproses, serta bagaimana <i>smart contract</i> digunakan.
Integrasi Sistem Interaksi dengan komponen yang sudah ada, antarmuka, dan mekanisme antara blockchain dengan sistem lainnya.
Kinerja Mencakup bagaimana blockchain menangani volume transaksi yang tinggi dan meningkatkan kapasitasnya seiring dengan pertumbuhan pengguna.
Keamanan Proses otentikasi pengguna, pelacakan, audit transaksi, dan <i>smart contract</i> .
Implementasi Solusi Pengumpulan tim pengembang yang kompeten dan pengujian komprehensif atas <i>Proof of Concept</i> .
Pelatihan dan Dukungan Mencakup pengembangan pemahaman mekanisme penggunaan solusi blockchain yang efektif.

Gambar 7.6 Langkah-langkah dalam melaksanakan *pilot project* blockchain

Sumber: Asosiasi Blockchain Indonesia

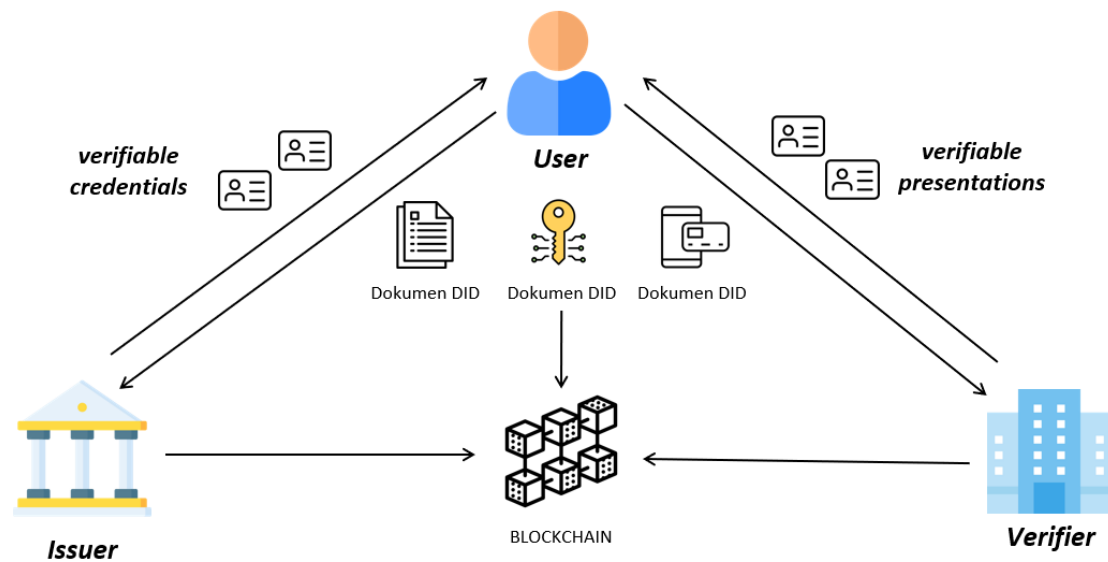
Tujuan dari dibentuknya *pilot project* ini adalah untuk menguji, memahami, dan membuktikan implikasi layanan di sektor pemerintahan ke solusi berbasis blockchain dalam rangka penyempurnaan solusi NG-Blockchain yang diusulkan. Pertimbangan lainnya dalam membentuk *pilot project* ini adalah kemudahan implementasi blockchain dari sektor yang dipilih. Hal ini berguna untuk menguji coba adopsi teknologi blockchain pada layanan yang lebih mudah diimplementasikan, sehingga keberhasilan yang cepat mendorong pemerintah untuk melaksanakan adopsi blockchain yang lebih masif di sektor lainnya.

Rincian Strategi Pemanfaatan Blockchain pada Sektor Terpilih

Pemanfaatan teknologi blockchain telah menjadi pijakan inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan transparansi di berbagai sektor. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, strategi pemanfaatan blockchain pada sektor terpilih menjadi suatu keharusan. Dengan mendalamnya pemahaman terhadap karakteristik dan kebutuhan sektor-sektor tersebut, strategi ini dirancang untuk memberikan solusi yang tepat guna dan berkelanjutan.

Sektor Dalam Negeri (*Self-Sovereign Identity*)

Dalam era digital ini, keamanan dan privasi identitas menjadi isu penting yang perlu diatasi. Salah satu solusi yang menjanjikan khususnya pada sektor dalam negeri di Indonesia adalah implementasi *Self-Sovereign Identity* (SSI) berbasis teknologi blockchain. SSI menawarkan pendekatan yang memberdayakan individu untuk mengontrol sepenuhnya informasi identitas mereka. Berikut gambaran alur implementasi SSI blockchain yang direkomendasikan ditunjukkan pada Gambar 7.7.



Gambar 7.7 Alur Implementasi SSI

Sumber: Domilabs

Sebuah *issuer* atau penerbit membuat klaim atau pernyataan mengenai identitas pengguna. Dalam *case* ini berupa identitas penduduk Indonesia. *Stakeholder* terkait pada *issuer* yaitu Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil di daerah-daerah serta Kementerian Dalam Negeri.

Klaim-klaim ini digabungkan menjadi kredensial yang dapat diverifikasi dan diberikan kepada pengguna, yang menyimpannya dalam dompet digital mereka. Dari sana, mereka dapat memutuskan kepada verifikator mana mereka ingin menunjukkan kredensial ini.

Dukungan dan kontribusi dari seluruh pemangku kepentingan, baik publik maupun privat, diperlukan untuk mencapai hasil terbaik pada implementasi SSI. Adapun langkah strategis untuk implementasi dijabarkan pada Tabel 7.2 berikut.

Tabel 7.2 Langkah-langkah Implementasi Sistem SSI

Langkah-langkah Implementasi Sistem SSI		
1	Menentukan cakupan dan tujuan	Dapat digambarkan seperti: - Verifikasi identitas untuk rekam medis - Verifikasi identitas untuk rekam jejak pendidikan
2	Mengembangkan model tata kelola	Perlu diperhatikan bahwa SSI memiliki standar seperti: - <i>Transparent</i> - <i>Accountable</i> - <i>Trustworthy</i>

Langkah-langkah Implementasi Sistem SSI		
		Sehingga perlu membentuk/menunjuk badan hukum yang dapat mengatur dan mengawasi jalannya proses SSI sesuai dengan regulasi dan hukum nasional.
3	Menentukan teknologi yang tepat guna	SSI sistem harus memenuhi standarisasi yang sama dengan sistem lainnya, seperti: - <i>Secure</i> - <i>Decentralized</i> - <i>Interoperable</i> Blockchain menjadi jaringan teknologi yang paling banyak digunakan untuk memenuhi standar tersebut.
4	Membangun Infrastruktur	Menentukan berbagai komponen (<i>provider & vendor</i>) yang diperlukan untuk mendukung dan mengoperasikan layanan SSI. Diperlukan suatu portal yang bersifat terbuka untuk seluruh pemangku kepentingan dalam mengakses seluruh spesifikasi serta panduan.
5	Mulai mengadopsi <i>pilot systems</i>	Identifikasi dan selesaikan masalah dan seluruh isu bersama dengan kelompok kecil yang dapat dibentuk untuk memaksimalkan efisiensi kerja sama tim.
6	Merilis Sistem SSI	Mengadakan pelatihan, edukasi dan literasi para pegawai pemerintah untuk menjalankan sistem, serta sosialisasi secara masif kepada masyarakat untuk memanfaatkan teknologi SSI.

Beberapa tantangan yang akan dihadapi baik dalam proses eksplorasi dan implementasi SSI mencakup:

1. Komitmen Pemangku Kepentingan

Sebagaimana disampaikan sebelumnya, sistem manajemen informasi kependudukan yang diadopsi di Indonesia saat ini masih tersentralisasi pada masing-masing instansi seperti Pemerintah (Pusat/Daerah), Lembaga Keuangan (Bank), Instansi Pendidikan, hingga Swasta (Perusahaan), meskipun beberapa transformasi seperti program Satu Data Indonesia telah dijalankan. Hal tersebut dapat menjadi tantangan bagi implementasi blockchain pada proyek SSI, di mana keterlibatan seluruh pemangku kepentingan relevan menjadi tujuan obyektif dari SSI itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pembangunan dari seluruh pemangku kepentingan, penyusunan strategi implementasi berkelanjutan,

serta penunjukan atau pembentukan satuan kerja/divisi/kelompok yang bertanggungjawab menjalankan proyek tersebut.

2. Pembangunan dan Pemeliharaan Infrastruktur yang Belum Maksimal

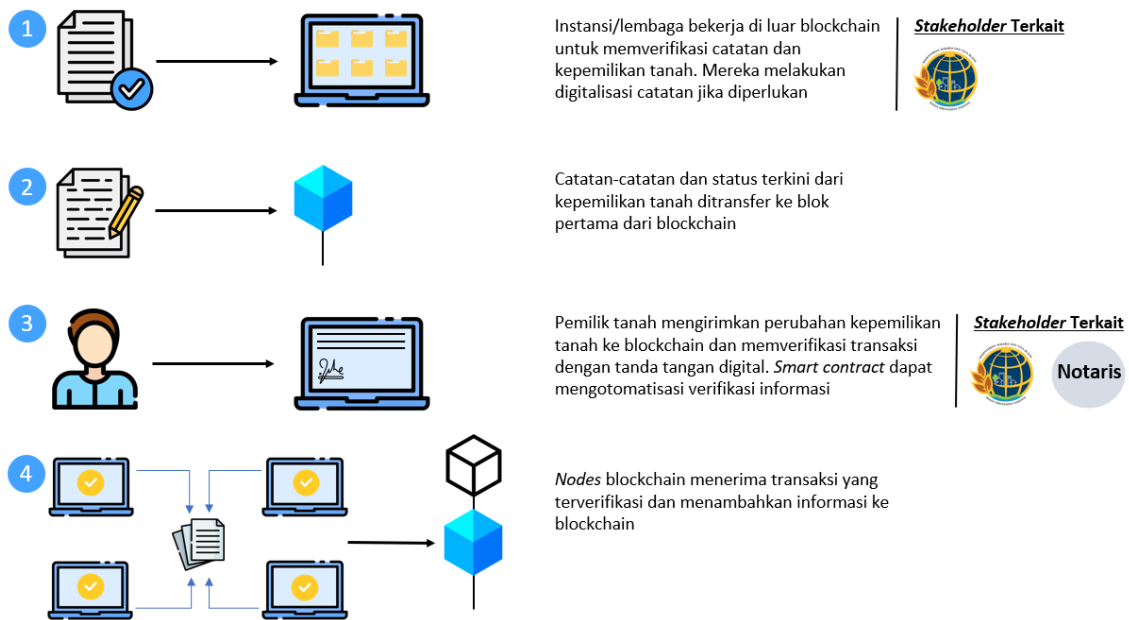
Penyediaan sarana seperti inkubator untuk mendorong organisasi untuk membayangkan, membangun, dan meluncurkan proyek SSI juga menjadi faktor penghambat dalam implementasi ini. Setiap pemangku kepentingan yang terlibat perlu mampu berkontribusi dalam bentuk partisipasi yang ditentukan. Pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur juga perlu mencakup pengendalian sistem penerima dan/atau pembaca pada layanan.

3. Kebiasaan Praktik

Dengan terus berkembangnya teknologi blockchain secara umum, berbagai inovasi telah bermunculan. Namun demikian, pada praktiknya teknologi blockchain masih belum dapat dimanfaatkan dengan baik. Dengan penelusuran yang dilakukan, salah satu faktor utama yang menjadi alasan belum optimalnya implementasi ialah kurangnya pemahaman publik mengenai penggunaan inovasi yang tersedia. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan literasi dan sosialisasi publik nantinya pada pengimplementasian serta penggunaan SSI. Tentunya, hal ini akan menjadi tantangan yang cukup signifikan bagi Pemerintah, khususnya mempertimbangkan jumlah penduduk yang ada.

Sektor Pertanian

Blockchain memiliki beberapa sifat-sifat yang membuatnya cocok untuk menyimpan sistem pendaftaran hak milik tanah. Blockchain dapat melakukan keduanya meningkatkan kecepatan sistem pendaftaran hak milik tanah dan mengefisiensikan proses yang membuat pendaftaran hak milik lebih sederhana serta lebih aman dan dapat dipercaya. Ini juga dapat menyederhanakan akses ke berbagai macam dokumen dan informasi yang dibutuhkan untuk mendaftarkan hak milik tanah dan mentransfer kepemilikan tanah. Menggunakan blockchain untuk memastikan semua dokumen yang akurat dan lengkap dapat mentransformasi peran notaris dalam proses bisnis pendaftaran hak milik tanah. Berikut gambaran alur implementasi pendaftaran hak milik tanah dengan blockchain yang direkomendasikan ditunjukkan pada Gambar 7.8.



Gambar 7.8 Alur Implementasi Blockchain untuk Sistem Pendaftaran Tanah

Sumber: Wantiknas – adaptasi dari US GAO (2022), *Technology Assessment: Blockchain*

Dalam proses pendaftaran tanah dan pengalihan hak milik tanah berbasis blockchain, semua *stakeholder* nantinya berada di satu platform dengan hak kepemilikan yang terdistribusi. *Stakeholder* di dalamnya yaitu Kementerian Agraria dan Tata Ruang / Badan Pertanahan Nasional yang berfungsi untuk melaksanakan pelayanan pendaftaran tanah serta melakukan pengukuran dan pemetaan terhadap tanah yang akan didaftarkan. Kemudian terdapat peran notaris dan PPAT juga untuk mengeluarkan akta tanah. Dengan begitu, melalui implementasi teknologi blockchain di sektor pertanahan dapat memberikan transparansi, verifikasi otomatis, dan jejak transfer hak milik yang tidak dapat dibatalkan. Sehingga, blockchain memungkinkan mode pemeliharaan pendaftaran aset yang lebih cepat, aman, dan lebih murah.

Dalam beberapa proyek implementasi yang dijalankan di berbagai negara lain, pendaftaran tanah sering kali menemui tantangan yang perlu diperhatikan oleh Pemerintah [67], seperti:

1. Infrastruktur Teknis Pendukung

Dengan proses yang seluruhnya digital dan kompleks, penggunaan tandatangan digital serta identitas digital perlu menjadi pertimbangan pemangku kepentingan untuk meningkatkan efektivitas implementasi. Kemudian proses verifikasi

identitas serta pengendalian keabsahan dokumen yang dituangkan dalam *smart contract* jaringan juga akan menjadi tantangan tersendiri.

2. Tata Kelola Data

Sifat blockchain yang terdistribusi menyebabkan isu tata kelola data perlu diperhatikan dengan baik, baik dalam hal proses distribusi data hingga penyimpanan pada sarana lainnya.

3. Portabilitas dan Interoperabilitas

Pada proses pendaftaran dan pencatatan tanah, terdapat berbagai pihak yang perlu terlibat di dalamnya dan umumnya masing-masing pihak memiliki pilihan dan/atau infrastruktur yang berbeda. Pemerintah perlu mempertimbangkan dapat digunakannya layanan pada infrastruktur berbeda dan menjamin keterhubungannya.

4. Kepastian Hukum

Sektor pertanahan berbasis blockchain masih merupakan domain pengaturan yang perlu dijelajahi oleh Pemerintah, khususnya guna memitigasi risiko, menjamin tanggung jawab para pihak berkepentingan, serta validitas hasil yang diberikan dari penggunaan sistem.

Sektor Kehutanan (Pasar Karbon)

Blockchain dapat mendukung pasar kredit karbon dengan meminimalkan jumlah langkah dalam rantai pasokan kredit karbon, meningkatkan kemampuan audit kredit ini, dan memungkinkan lebih banyak lebih banyak orang untuk membuat dan menjualnya. Penggunaan blockchain dapat meningkatkan transparansi kredit karbon dibandingkan dengan sistem *non-blockchain*. Hal ini dikarenakan informasi tentang pembuatan, verifikasi, dan penjualan kredit karbon dapat dipublikasikan di blockchain, sehingga memungkinkan memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengkonfirmasi keasliannya. Berikut gambaran alur implementasi pasar karbon dengan blockchain yang direkomendasikan ditunjukkan pada Gambar 7.9.



Gambar 7.9 Alur Implementasi Blockchain untuk Perdagangan Pasar Karbon

Sumber: Wantiknas – adaptasi dari US GAO (2022), *Technology Assessment: Blockchain*

Dalam ekosistem perdagangan pasar karbon, terdapat beberapa *stakeholder* penting di dalamnya untuk masuk ke dalam *platform* blockchain pasar karbon. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) bertugas untuk melakukan pengaturan, perizinan, pengawasan, dan pengembangan perdagangan karbon melalui Bursa Karbon. Hal ini tercantum dalam Peraturan OJK No. 14 Tahun 2023 Tentang Perdagangan Karbon Melalui Bursa Karbon. Pada sisi *off-site*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bertugas untuk pengelolaan penyediaan hutan dan registrasi karbon melalui Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim (SRN-PPI).

Dalam mewujudkan implementasi perdagangan pasar karbon yang transparan dan terpercaya melalui blockchain, diperlukan keterlibatan berbagai pihak. Dari segi Pemerintah, dukungan tersebut dapat mencakup:

1. Pengaturan kebijakan untuk memetakan standar perdagangan Unit Karbon domestik, baik dalam bentuk penetapan sistem sertifikasi pengurangan emisi berbasis pasar (*trade*) maupun non pasar (*credit*);
2. Pemberian insentif bagi pengembang proyek; dan
3. Dukungan pembukaan jalur investasi dan kerja sama dalam pengembangan proyek.

Di samping itu, pelaku usaha juga memiliki peran dalam pengembangan serta realisasi implementasi blockchain pada pasar perdagangan karbon seperti:

- a. Pembentukan solusi untuk memitigasi peningkatan emisi;
- b. Penyusunan program peningkatan kapasitas sumber daya manusia; dan

- c. Proyek yang melibatkan penerima manfaat bersama (*co-beneficiary*).

Meskipun demikian, implementasi ini tidak akan luput dari tantangan-tantangan seperti regulasi yang masih baru dan terbatas, infrastruktur pendukung yang terbatas, serta proses penyelenggaraan yang masih baru dijangkau Indonesia. Adapun beberapa rekomendasi solusi atas tantangan tersebut sebagai berikut:

- i. Penyelarasan dalam kebijakan regional dan global guna memastikan proses pengembangan proyek dan perdagangan pasar karbon berbasis blockchain dapat berjalan dengan baik;
- ii. Penetapan standar pengukuran nilai pada pasar yang dapat dimulai pada standarisasi secara domestik;
- iii. Keterlibatan pemangku kepentingan dalam memetakan rencana pengembangan pasar, baik dalam bentuk kerja sama, pengumpulan data, maupun penerapan yang selaras; dan
- iv. Pembentukan kebijakan yang fleksibel serta dinamis sehingga memungkinkan penyesuaian terhadap perubahan kondisi.

Sektor Logistik

Secara keseluruhan, pelacakan berbasis blockchain menawarkan potensi yang besar dalam membangun rantai pasok yang transparan di Indonesia. Dengan adopsi yang tepat dan kerja sama yang kuat antara pihak-pihak terkait, teknologi ini dapat memberikan manfaat yang signifikan, termasuk peningkatan kepercayaan konsumen, perlindungan terhadap pemalsuan, dan efisiensi dalam operasional rantai pasok. Dengan demikian, Indonesia dapat mengambil langkah maju dalam mewujudkan rantai pasok yang transparan dan inovatif untuk masa depan yang lebih baik dan diperlukan keterlibatan peran berbagai pihak (lihat Gambar 7.10).



Gambar 7.10 Proses Uji Tuntas (*Due Diligence*) Rantai Pasok pada Blockchain

Sumber: HARA

Dalam implementasi blockchain untuk rantai pasok terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan, sehingga berikut merupakan solusi atas tantangan dalam mengimplementasikan blockchain dalam proses rantai pasok atau ketertelusuran yakni:

1. *Driving Policy*

Standar dalam penyusunan regulasi harus dibuat setinggi mungkin guna memitigasi dampak negatif yang menghambat inovasi.

2. *Compatibility*

Sistem yang akan dibuat tidak dapat menggantikan sistem yang telah ada sehingga kesesuaian sistem harus dapat dibuat sebaik mungkin agar mendorong penggunaannya secara efisien serta efektif oleh seluruh pihak.

3. *Use-cases*

Eksplorasi lebih jauh mengenai isu-isu yang akan diselesaikan dengan teknologi blockchain diperlukan mengingat blockchain sebagai suatu teknologi tidak dapat menjadi solusi mutlak pada permasalahan-permasalahan yang ditemukan.

Penutup

Kajian ini disusun guna memberikan pengetahuan atau *knowledge* terkait pemanfaatan dan implementasi teknologi blockchain di sektor pemerintahan serta gambaran perbandingan implementasi teknologi blockchain di negara lain dalam bentuk **Kajian Analisis Peluang dan Tantangan Implementasi Blockchain (Non-Cryptocurrency) di Pemerintahan Indonesia**. Kajian ini disusun oleh Wantiknas dengan melibatkan Direktorat Ketenagalistrikan, Telekomunikasi dan Informatika Kementerian PPN/Bappenas, Asosiasi Blockchain Indonesia (ABI) dan juga pihak-pihak lainnya.

Dalam upaya melengkapi hasil kajian ini, saran penelitian selanjutnya dapat mengarah pada analisis mendalam terkait keberlanjutan implementasi blockchain di berbagai sektor maupun tingkatan pemerintah. Kemudian penelitian dapat mempertimbangkan faktor regulasi, kelembagaan, dan pendanaan yang mempengaruhi adopsi blockchain. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan pandangan awal yang baik untuk mendukung pengambilan keputusan dan pengembangan kebijakan yang lebih efektif terkait adopsi teknologi blockchain di sektor pemerintahan di Indonesia.

Rekomendasi hasil kajian ini dibuat berdasarkan analisis data primer (yang diperoleh dari hasil diskusi dengan eksternal) dan analisis data sekunder (referensi *paper*, jurnal, *report*, dan peraturan pemerintah terkait pemanfaatan *blockchain*). Dibutuhkan kegiatan koordinasi dengan pihak-pihak terkait guna mendapatkan *insight* lebih baik yang berkaitan dengan implementasi teknologi *blockchain* pada sektor pemerintahan di Indonesia. Pada akhirnya, adopsi teknologi *blockchain* di sektor pemerintahan diharapkan tidak hanya menjadi langkah maju dalam memanfaatkan teknologi modern, tetapi mampu meningkatkan kualitas, keamanan dan transparansi layanan digital publik dan pemerintahan yang lebih baik guna mempercepat pengembangan Transformasi Digital dan SPBE di Pemerintahan Indonesia.

Referensi

- [1] M. Pilkington, “Blockchain Technology: Principles and Applications,” *Research Handbook on Digital Transformations*, 2015.
- [2] M. Nofer, P. Gomber dan O. Hinz, “Blockchain,” *Business & Information Systems Engineering*, vol. 59, no. 3, pp. 183-187, 2017.
- [3] F. Haneem, H. A. Bakar, N. Kama, N. Z. N. Mat, R. Ghazali dan Y. Mahmood, “Recent Progress of Blockchain Initiatives in Government: A Review of Asian Countries,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 11, pp. 344-351, 2020.
- [4] S. Khan, M. Shael, M. Majdalawieh, N. Nizamuddin dan M. Nicho, “Blockchain for Governments: The Case of the Dubai Government,” *Sustainability*, vol. 14, no. 11, 2022.
- [5] X. Ning, R. Ramirez dan J. Khuntia, “Blockchain-enabled government efficiency and impartiality: using blockchain for targeted poverty alleviation in a city in China,” *Information Technology for Development*, vol. 27, 2021.
- [6] Verified Market Research, “Global Blockchain Government Market Size By Provider, By Application, By Geography And Forecast,” 2022.
- [7] A. I. Junida, “LKPP mau memanfaatkan teknologi blockchain untuk pengadaan pemerintah,” *Antara*, 25 Mei 2022. [Online]. Available: <https://www.antaranews.com/berita/2900485/lkpp-mau-manfaatkan-teknologi-blockchain-untuk-pengadaan-pemerintah>. [Diakses 6 Juni 2023].
- [8] I. N. Jelita, “Sertifikat Tanah Elektronik, Aset Barang Milik Negara Jadi Target Pertama,” *Media Indonesia*, 7 Maret 2023. [Online]. Available: <https://mediaindonesia.com/ekonomi/563630/sertifikat-tanah-elektronik-aset-barang-milik-negara-jadi-target-pertama>. [Diakses 6 Juni 2023].
- [9] S. Ølnes, J. Ubacht dan M. Janssen, “Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing,” *Government Information Quarterly*, vol. 34, no. 3, pp. 355-364, 2017.

- [10] Innovation Eye, “Blockchain Industry in the UK Landscape Overview 2021: Companies, Investors, Influencers, and Trends,” Innovation Eye, Deep Knowledge Analytics, Greengage, Big Innovation Centre, 2021.
- [11] NITI Aayog, “Blockchain: The India Strategy,” NITI Aayog, 2020.
- [12] MERICS, “Unchaining Blockchain in China,” MERICS PRIMER, 2021.
- [13] T. Einaste, “Blockchain and healthcare: the Estonian experience,” e-Estonia, 26 Februari 2018. [Online]. Available: <https://e-estonia.com/blockchain-healthcare-estonian-experience/>. [Diakses 15 Mei 2023].
- [14] GovTech Singapura, “Digital Government Blueprint: A Singapore Government That Is Digital to The Core, and Serves With Heart,” *GovTech Publication*, 2020.
- [15] S. Nakamoto, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,” 2008.
- [16] C. Stouffer, “What is blockchain security? An overview,” Norton, 24 Juni 2022. [Online]. Available: <https://us.norton.com/blog/privacy/blockchain-security#>. [Diakses 20 Maret 2023].
- [17] D. Yaga, N. Roby dan K. Scarfone, “Blockchain Technology Overview,” National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 2018.
- [18] M. Iansiti dan R. K. Lakhani, “The Truth About Blockchain,” *Harvard Business Review*, vol. I, no. 95, pp. 118-127, 2017.
- [19] Gartner, “Gartner Glossary: Blockchain,” Gartner, [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/blockchain>. [Diakses 20 Maret 2023].
- [20] IBM, “What Is Blockchain?,” IBM, [Online]. Available: <https://www.ibm.com/id-en/topics/what-is-blockchain>. [Diakses 20 Maret 2023].
- [21] McKinsey, “What is Blockchain?,” McKinsey & Company, 5 Desember 2022. [Online]. Available: https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-blockchain#. [Diakses 20 Maret 2023].

- [22] M. Heutger dan M. Kückelhaus, "Blockchain in Logistics," DHL Trend Research & Accenture, Troisdorf, 2018.
- [23] J. Clavin, S. Duan, H. Zhang, V. P. Janeja, K. P. Joshi, Y. Yesha, L. C. Erickson dan J. D. Li, "Blockchains for Government: Use Cases and Challenges," *Digital Government: Research and Practice*, vol. 1, no. 3, pp. 1-21, 2020.
- [24] M. A. Uddin, A. Stranieri, I. Gondal dan V. Balasubramanian, "A survey on the adoption of blockchain in IoT: challenges and solutions," *Blockchain: Research and Applications*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [25] Qatar Government, "National Blockchain Blueprint for Qatar," Communications Regulatory Authority of Qatar, 2022.
- [26] P. A. Kalfon dan S. E. Moutaoakil, "Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance," PWC, 2017.
- [27] NIC, "Blockchain for Governmen," National Informatics Centre, 2020.
- [28] B. Karanjia, S. Lakshman dan S. Goswami, "Blockchain Technology In India: Opportunities and Challenges," Deloitte & ASSOCHAM, 2017.
- [29] N. Ratan, "Blockchain: The next innovation to make our cities smarter," PWC & FICCI, 2018.
- [30] T. Kitsantas, A. Vazakidis dan E. Chytis, "A Review of Blockchain Technology and Its Applications in the Business Environment," dalam *International Conference on Enterprise, Systems, Accounting, Logistics & Management*, Crete, 2019.
- [31] Y. Arkeman, Interviewee, *Implementasi dan Tantangan Blockchain di Indonesia*. [Wawancara]. 8 September 2023.
- [32] Y. Arkeman, "Blockchain: Implementasi dan Tantangannya di Indonesia," BRAIN IPB University, Bogor, 2023.
- [33] A. S. A. Maharani dan H. Alexander, "Sertifikat Tanah Elektronik Manfaatkan "Blockchain", Data Dijamin Aman," Kompas, 28 Juli 2023. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/properti/read/2023/07/28/200000921/sertifikat-tanah-elektronik-manfaatkan-blockchain-data-dijamin-aman>. [Diakses 4 September 2023].

- [34] S. Pamuji, “BPJPH Kaji Layanan Sertifikasi Halal Berbasis AI dan Blockchain,” Kementerian Agama RI, 22 April 2022. [Online]. Available: <https://kemenag.go.id/nasional/bpjph-kaji-layanan-sertifikasi-halal-berbasis-ai-dan-blockchain-avcsib>. [Diakses 9 Oktober 2023].
- [35] S. Pamuji, “BPJPH Dukung Komitmen IMT-GT Kembangkan AI dan Blockchain Pengembangan Produk Halal,” Kementerian Agama RI, 5 Juli 2023. [Online]. Available: <https://kemenag.go.id/internasional/bpjph-dukung-komitmen-imt-gt-kembangkan-ai-dan-blockchain-pengembangan-produk-halal-fYtPc>. [Diakses 9 oktober 2023].
- [36] R. Zoun, “Self-Sovereign Identity: How it Works and How it Impacts our Lives,” Advonum, 10 Agustus 2023. [Online]. Available: <https://www.adnovum.com/blog/self-sovereign-identity-ssi-switzerland>. [Diakses 10 Oktober 2023].
- [37] C. Werkle, “Self Sovereign Identity,” SAP, 23 Mei 2023. [Online]. Available: <https://blogs.sap.com/2023/05/24/self-sovereign-identity/>. [Diakses 11 Oktober 2023].
- [38] U. Der, S. Jähnichen dan J. Sürmeli, “Self-sovereign Identity – Opportunities and Challenges for The Digital Revolution,” *arXiv preprint arXiv*, 2017.
- [39] A. R. Nurdifa, “Berantas Mafia Tanah, Sertifikat Tanah Bakal Pakai Blockchain,” *Bisnis*, 20 Juli 2022. [Online]. Available: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220720/47/1557033/berantas-mafia-tanah-sertifikat-tanah-bakal-pakai-blockchain>. [Diakses 13 Oktober 2023].
- [40] J. P. Nugraha, A. P. Kurniawan, I. D. Putri, R. K. Wicaksono dan Tarisa, “Penerapan Blockchain Untuk Pencegahan Sertipikat Tanah Ganda di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional,” *Widya Bhumi*, vol. II, pp. 123-135, 2022.
- [41] CoreLedger, “Land Registry on Blockchain,” Medium, 22 Januari 2020. [Online]. Available: <https://medium.com/coreledger/land-registry-on-blockchain-a0da4dd25ea6>. [Diakses 13 Oktober 2023].
- [42] E. Yanwardhana, “Canggih! Polusi di Indonesia Bisa Jual-Beli Pakai Blockchain,” *CNBC*, 26 September 2023. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20230926121909-37-475601/canggih-polusi-di-indonesia-bisa-jual-beli-pakai-blockchain>. [Diakses 16 Oktober 2023].

- [43] Asosiasi Blockchain Indonesia, “Pelatihan Blockchain: Blockchain Government Use Case For National Planning & Projects,” Asosiasi Blockchain Indonesia & GIZ, Jakarta, 2023.
- [44] C. Vijai, S. M. Suriyalakshmi dan M. Elayaraja, “Blockchain Technology in Logistics: Opportunities and Challenges,” *Pacific Business Review International*, vol. XIII, no. 7, pp. 147-151, 2021.
- [45] H. C. Hanebeck, N. Hewett dan P. A. McKey, “Inclusive Development of Blockchain for Supply Chains: Part 3 - Public or Private - Which One Is Right for You?,” World Economic Forum, 2019.
- [46] Lao PDR Government, “Blockchain for Digital Government - the ASEAN Way,” Center of E-Government , 2021.
- [47] J. Rijnieks, “UK’s Pension and Welfare Agency is Considering Blockchain and DLT Technology,” Coinspeaker, 13 Agustus 2019. [Online]. Available: <https://www.coinspeaker.com/dwp-blockchain-dlt-technology/>. [Diakses 29 Maret 2023].
- [48] RTTNews Staff Writer, “U.K.'s DWP May Use Blockchain, DLT For Pension And Welfare Payment Transfers,” RTTNews, 13 Agustus 2019. [Online]. Available: <https://www.rttnews.com/3023249/u-k-s-dwp-may-use-blockchain-dlt-for-pension-and-welfare-payment-transfers.aspx?refresh=1>. [Diakses 29 Maret 2023].
- [49] G. Eustice, “Question for Department for Environment, Food and Rural Affairs,” UK Parliament, 9 Maret 2018. [Online]. Available: <https://questions-statements.parliament.uk/written-questions/detail/2018-03-09/131771>. [Diakses 29 Maret 2023].
- [50] Consensys, “HMLR: Blockchain Case Study for Real Estate Tokenization in the UK,” Consensys, [Online]. Available: <https://consensys.net/blockchain-use-cases/finance/hmlr/>. [Diakses 29 Maret 2023].
- [51] HM Land Registry, “HM Land Registry to explore the benefits of blockchain,” HM Land Registry, 1 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.gov.uk/government/news/hm-land-registry-to-explore-the-benefits-of-blockchain>. [Diakses 29 Maret 2023].

- [52] K. v. Carnap, "China sets hopes on blockchain to close cyber security gaps," Merics, 26 Maret 2021. [Online]. Available: <https://merics.org/en/report/china-sets-hopes-blockchain-close-cyber-security-gaps>. [Diakses 31 Maret 2023].
- [53] Forkas Insights, "China Blockchain Report: Blockchain Is Not China's Future - It's the Present," Forkas Insights, 2020.
- [54] India Government, "National Strategy on Blockchain: Towards Enabling Trusted Digital Platforms," Ministry of Electronics & Information Technology Government of India, 2021.
- [55] Government of Singapore, "TradeTrust - Transform the Way You Trade," Singapore Government Developer Portal, 17 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.developer.tech.gov.sg/products/categories/blockchain/tradetrust/overview.html>. [Diakses 2 Mei 2023].
- [56] S. Alam, M. Shuaib, W. Z. Khan, S. Garg, G. kaddoum, M. S. Hossain dan Y. B. Zikria, "Blockchain-based Initiatives: Current state and challenges," *Computer Networks*, vol. 198, 2021.
- [57] PANDA Law, "Blockchain & Cryptocurrency Laws and Regulations 2023," Global Legal Insight, [Online]. Available: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/india>. [Diakses 29 Mei 2023].
- [58] Asosiasi Blockchain Indonesia, "Blockchain Untuk Indonesia," Asosiasi Blockchain Indonesia, 2023.
- [59] K. Helms, "Chinese Government Launching National Blockchain Innovation Centre," Bitcoin, 12 Februari 2023. [Online]. Available: <https://news.bitcoin.com/chinese-government-launching-national-blockchain-innovation-center/>. [Diakses 29 Mei 2023].
- [60] S. Hsu, "Blockchain In China: International Vision and Local Initiatives," Stimson, 16 Agustus 2021. [Online]. Available: <https://www.stimson.org/2021/blockchain-in-china/>. [Diakses 29 Mei 2023].
- [61] Trifida at Law, "Laporan Penelitian Perkembangan Regulasi Penerapan Teknologi Blockchain," Trifida, 2021.
- [62] S. Delahunty, "Developments And Adoption Of Blockchain In The U.S. Federal Government," Forbes, 25 Januari 2018. [Online]. Available:

<https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/01/25/developments-and-adoption-of-blockchain-in-the-u-s-federal-government/?sh=5cb70fc33d99>. [Diakses 31 Mei 2023].

- [63] I. A. Ibrahim dan J. Truby, "Governance in the era of Blockchain technology in Qatar: a roadmap and a manual for Trade Finance," *Journal of Banking Regulation*, no. 23, pp. 419-438, 2021.
- [64] Kementerian PPN/Bappenas, "Rencana Pitalebar Indonesia 2014-2019," Kementerian PPN/Bappenas, Jakarta, 2014.
- [65] OECD, "Recommendation of the Council on Principles for Public Governance of Public-Private Partnerships," OECD, 2012.
- [66] PANDI, "Teknologi Blockchain dan Potensi Pemanfaatannya di Indonesia," Kelompok Kerja PANDI, 2023.
- [67] M. Shuaib, S. Alam, R. Ahmed dan S. Oamar, "Current Status, Requirements, and Challenges of Blockchain Application in Land Registry," *International Journal of Information Retrieval Research*, vol. 12, no. , pp. 14-15, 2022.
- [68] B. Shrimali dan H. B. Patel, "Blockchain state-of-the-art: architecture, use cases, consensus,," *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, no. 34, pp. 6793-6807, 2022.
- [69] D. Furlonger dan C. Uzureau, "What Is Blockchain?," Gartner, 2 Maret 2022. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/en/articles/what-is-blockchain>. [Diakses 20 Maret 2023].
- [70] UK Government, "Distributed Ledger Technology: Beyond Blockchain," Government Office for Science, London, 2016.
- [71] I. Koulizakis dan E. Loukis, "A development framework for blockchain technologies in digital government," *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pp. 125-136, 2020.
- [72] Department for Digital Transformation dan National Cybersecurity Agency, Italian Cloud Strategy, Ministro per l'innovazione tecnologica e la transizione digitale, 2021.

Ucapan Terima Kasih

Laporan kajian ini disiapkan dan disusun di bawah supervisi dari Andianto Haryoko, S.T., M.Si. selaku anggota Tim Pelaksana Dewan TIK Nasional sekaligus sebagai Koordinator Bidang Ekosistem dan Pemanfaatan TIK Direktorat Ketenagalistrikan, Telekomunikasi dan Informatika Kementerian PPN/Bappenas.

Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang berikut ini atas kontribusi mereka:

- Dr. Ir. Rachmat Mardiana, MA, Direktur di Direktorat Ketenagalistrikan, Telekomunikasi dan Informatika Kementerian PPN/Bappenas | Anggota Tim Pelaksana Dewan TIK Nasional
- Rizki Sammyho Putera, S.T., MPP, Koordinator Bidang Infrastruktur TIK di Direktorat Ketenagalistrikan, Telekomunikasi dan Informatika Kementerian PPN/Bappenas | Anggota Tim Pelaksana Dewan TIK Nasional
- Dr. Gerry Firmansyah, S.T., M.Kom., Direktur Pelaksana Dewan TIK Nasional
- Asih Karnengsih, Direktur Eksekutif Asosiasi Blockchain Indonesia (ABI)
- Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng., Ketua Tim Peneliti BRAIN IPB University

Tentang Dewan TIK Nasional

Dewan Teknologi Informasi dan Komunikasi Nasional, yang selanjutnya disebut Dewan TIK Nasional merupakan Lembaga Non-Kementerian yang memiliki tujuan untuk melakukan koordinasi dan sinergi yang terpadu dan terarah dari segenap pemangku kepentingan terkait pengembangan, pembangunan dan pendayagunaan teknologi informasi dan komunikasi di Indonesia. Dewan TIK Nasional mempunyai beberapa tugas pokok yang tercantum dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2014 tentang Dewan Teknologi Informasi dan Komunikasi Nasional.

Kunjungi kami di **www.wantiknas.go.id**

Penulis

Wantiknas

Gede Rizky Gustisa Wisnu, S.Kom., M.T.I.

Tenaga Penyusun Data Bidang Tata
Kelola Pemerintahan

E-mail: gr.wantiknas@gmail.com

Dr. Farisya Setiadi, S.T., M.T.I.

Tenaga Ahli Analisis Sistem Informasi
Bidang Tata Kelola Pemerintahan

E-mail: farisyamail@gmail.com

Asosiasi Blockchain Indonesia

Eureka Inola Kadly

Public Policy & Government Relations
Officer

E-mail: Inola@asosiasiblockchain.co.id