

## Penerapan Teknologi *Blockchain* dalam Manajemen Logistik Pertahanan

Tiara Devi Maharani<sup>1</sup>, Aris Sarjito<sup>2</sup>, Christine Sri Marnani<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Manajemen Pertahanan, Fakultas Manajemen Pertahanan, Universitas Pertahanan RI,

<sup>3</sup>Program Studi Hubungan Internasional, Fakultas Komunikasi dan Diplomas, Universitas Pertamina, e-mail : [tiara.devi51@gmail.com](mailto:tiara.devi51@gmail.com)<sup>1</sup>, [arissarjito@gmail.com](mailto:arissarjito@gmail.com)<sup>2</sup>, [christine.sm@universitaspertamina.ac.id](mailto:christine.sm@universitaspertamina.ac.id)<sup>3</sup>

Penulis Korespondensi. Tiara Devi Maharani, Program Studi Manajemen Pertahanan, Fakultas Manajemen Pertahanan, Universitas Pertahanan RI.

e-mail : [tiara.devi51@gmail.com](mailto:tiara.devi51@gmail.com)

### A B S T R A K

**Objektif.** Manajemen logistik dalam konteks pertahanan adalah elemen penting dalam menjaga keberhasilan operasi militer, serta merupakan elemen kunci dalam menjaga kesiapan dan efisiensi angkatan bersenjata suatu negara. Dalam upaya meningkatkan ketepatan waktu, transparansi, *traceability*, dan keamanan pengelolaan aset pertahanan, teknologi *blockchain* telah muncul sebagai solusi yang menarik. Artikel ini bertujuan untuk memahami tentang konsep dan penggunaan teknologi *blockchain* dalam manajemen logistik pertahanan, serta manfaat dan batasan penerapan teknologi *blockchain* agar didapatkan wawasan dan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana penerapan teknologi ini dalam manajemen logistik pertahanan.

**Material dan Metode.** Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur yang dipilih berdasarkan keakuratan, kredibilitas dan relevansi dengan topik penelitian.

**Hasil.** Ada beberapa tantangan dalam penerapan teknologi *blockchain* seperti sumber daya manusia, kesiapan teknologi, penerimaan di industri logistik, ketidakpastian peraturan, penyesuaian sistem *blockchain* dalam penerapan logistik pertahanan yang strategis, dan integritas data. Selain itu, sistem teknologi *blockchain* tidak semata-mata langsung diadopsi dan diaplikasikan untuk bidang logistik pertahanan. Namun, dilakukan adaptasi teknologi *blockchain* dalam penerapannya untuk bidang logistik pertahanan seperti pembatasan akses pada pihak dengan level-level tertentu. Hal ini dikarenakan logistik pertahanan merupakan logistik di sektor strategis.

**Kesimpulan.** Penerapan teknologi *blockchain* memiliki potensi yang cukup baik untuk diterapkan dalam logistik pertahanan, namun masih diperlukan pengkajian secara mendalam dalam proses adaptasi penerapannya.

**Kata kunci :**

*Blockchain, Logistik, Manajemen, Rantai Pasok, Pertahanan*

### A B S T R A C T

**Objective.** Logistics management plays a pivotal role in ensuring the success of military operations and sustaining the preparedness and operational efficiency of a nation's armed forces. With the primary goals of enhancing timeliness, transparency, traceability, and the overall security of defense asset management, blockchain technology has emerged as an intriguing solution. This article aims to understand the concept and use of blockchain technology in defense logistics management, as well as the benefits and limitations of applying blockchain technology in order to gain insight and a deep understanding of how this technology is applied in defense logistics management.

**Materials and Methods.** This study adopts a literature review methodology to unravel the intricacies of applying blockchain technology in defense logistics based on accuracy, credibility, and relevance to the research topic.

**Results.** The findings reveal a multitude of challenges when implementing blockchain technology, including issues related to human resources, technological readiness, acceptance in the logistics industry, regulatory ambiguities, customization of blockchain in strategic defense logistics applications, and data integrity. The adoption and implementation of blockchain technology within the field of defense logistics is not a direct, one-size-fits-all process. Instead, tailored adaptations are made to address the unique demands of defense logistics, which often necessitate restricted access for specific stakeholders due to the sensitive nature of the sector.

**Conclusion.** This research underscores the significant potential of blockchain technology in the realm of defense logistics. However, it emphasizes the necessity for further in-depth research and meticulous adaptation to ensure seamless integration of this technology into the complex landscape of defense logistics.

**Keywords :**

*Blockchain, Logistic, Management, Supply Chain, Defense*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang begitu pesat telah membawa Indonesia ke dalam era digital yang memungkinkan untuk penerapan cara hidup baru yang dikenal dengan sebutan *e-life*, dimana kehidupan ini sudah dipengaruhi oleh berbagai pemenuhan kebutuhan secara elektronik. Perubahan cara hidup baru dan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat juga telah membawa perkembangan terhadap kondisi global yang saat ini bergantung terhadap pengetahuan (*knowledge based*) dan berfokus pada informasi (*information focused*), sehingga telekomunikasi dan informasi memiliki peran sebagai teknologi kunci (*enabler technology*). Adapun beberapa penerapan tersebut telah masuk kedalam berbagai ranah seperti: 1) Bidang pendidikan (*e-education*) yang ditandai dengan diselenggarakannya pembelajaran jarak jauh, *sharing resource* lembaga pendidikan secara online, *e-library*, *e-journal*, dan juga *e-learning*; 2) Lembaga pemerintahan (*e-government*); dan 3) Bidang Keuangan dan Perbankan yang memanfaatkan teknologi untuk kemudahan akses transaksi layanan keuangan dan perbankan modern (Wardiana, 2002), seperti teknologi *blockchain* di sektor keuangan yang digunakan untuk *cryptocurrency*.

Teknologi *blockchain* secara luas sudah diterima sebagai teknologi yang memiliki keunggulan untuk dapat melakukan *traceability* dan *transparency* dalam kegiatan bisnis. Teknologi *blockchain* juga dikenal dengan sebutan *Distributed Ledger Technology* (DLT) yang merupakan sistem pencatatan terdistribusi dan terdesentralisasi untuk memberikan transparansi, keamanan data, dan juga integritas (Subramanian et al., 2020). *Blockchain* pada dasarnya adalah teknologi yang mendasari mata uang kripto seperti Bitcoin, tetapi *blockchain* memiliki potensi yang jauh lebih luas daripada sekadar *cryptocurrency*. Dengan dasar prinsip desentralisasi, keamanan kriptografi, dan catatan transparan, *blockchain* menawarkan berbagai manfaat yang dapat mengubah lanskap manajemen logistik pertahanan.

Manajemen logistik dalam konteks pertahanan merupakan elemen kunci dalam menjaga kesiapan dan efisiensi angkatan bersenjata suatu negara. Proses logistik yang tepat dan efisien sangat penting untuk memastikan pasokan, perawatan, dan distribusi peralatan militer berjalan lancar. Logistik Pertahanan berfokus pada bidang-bidang utama logistik dan manajemen rantai pasokan dalam konteks keberlanjutan, manajemen inventaris, ketahanan, pengadaan, sistem informasi, dan respons krisis (Sarjito, 2022). Namun, semakin kompleksnya tantangan dan tuntutan modern dalam manajemen logistik pertahanan telah mendorong perlunya solusi inovatif dan juga pemanfaatan teknologi untuk meminimalisir potensi masalah-masalah logistik yang ada.

Penggunaan teknologi dalam bidang logistik sebenarnya sudah dimulai dari pertengahan abad ke-19 dengan mobilisasi tentara, dan revolusi teknologi senjata dan manajemen organisasi. Kemudian hal ini terus berkembang diikuti dengan perkembangan teknologi yang signifikan seperti telegraf untuk komunikasi, kereta api, kapal uap, mesin pembakaran internal, dan tenaga udara. Perkembangan teknologi terus berlanjut hingga puluhan tahun berikutnya dengan penggunaan komputer dan alat berkecepatan tinggi untuk menyediakan administrasi dan manajemen atas sumber daya. Hal ini berlanjut hingga 5-10 tahun terakhir, penemuan teknologi seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Business Intelligence* (BI) dan

analitik, serta permintaan akan visibilitas Rantai Pasokan mulai masuk kedalam sektor logistik. Adanya perkembangan teknologi tersebut telah mengakibatkan sektor logistik mengalami proses modernisasi yang sering disebut sebagai 'Revolusi dalam Logistik Militer'. Revolusi ini dapat meningkatkan efektivitas operasional melalui enam prinsip 'revolusi' yaitu sistem logistik yang mulus, logistik berbasis distribusi, infrastruktur yang gesit, aset total visibilitas, proyeksi kekuatan cepat, dan jejak logistik yang memadai (Sarjito, 2022).

Revolusi logistik telah mengarahkan sektor logistik menuju sebuah keadaan dimana proses logistik diharapkan sebagai sebuah praktik yang berjalan dengan lancar, transparan dan jejak logistik yang dapat ditelusuri. Sehingga, konsep ini menuntun kepada salah satu teknologi yang sesuai dengan enam prinsip revolusi logistik sebelumnya. Perkembangan teknologi yang telah menjadi sorotan dalam beberapa tahun terakhir tersebut adalah penggunaan teknologi *blockchain*.

Namun, disisi lain perkembangan teknologi tersebut masih belum dimanfaatkan secara maksimal khususnya dalam bidang manajemen logistik di sektor strategis seperti logistik pertahanan. Berdasarkan (Hartanto, 2016) menyebutkan bahwa sektor manajemen logistik pertahanan masih menemui beberapa kendala. Dalam studi kasus kesiapan tempur alutsista TNI AL, pengelolaan sistem inventori masih belum terintegrasi, kurangnya sumber daya manusia yang terlatih dan masih belum menerapkan sistem komputerisasi dalam manajemen rantai pasoknya (perbekalan, pergudangan dan pemeliharaan) sehingga menyebabkan kendala dalam proses identifikasi suku cadang, perencanaan kebutuhan dan otomatisasi. Selain itu, (Hutri et al., 2020) menyebutkan bahwa dalam pelaksanaan operasi udara baik untuk OMP dan OMSP masih sangat membutuhkan dukungan logistik seperti materil, fasilitas, dan jasa meliputi perbekalan, pemeliharaan, fasilitas dan kontruksi kesehatan dan juga dukungan logistik wilayah sekitar. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat hambatan dalam praktik manajemen logistik. Masalah-masalah logistik lainnya seperti konsumsi biaya yang besar dan potensi penghasil kerugian yang besar juga merupakan masalah yang sering dihadapi dalam sektor logistik (Sarjito, 2022).

Oleh karena itu, dalam artikel ini penulis mencoba memahami secara mendalam tentang konsep dan penggunaan teknologi *blockchain* dalam manajemen logistik pertahanan, serta manfaat dan batasan penerapan teknologi *blockchain*. Dengan berfokus pada penerapan teknologi *blockchain* dalam manajemen logistik pertahanan, artikel ini bertujuan untuk memberikan wawasan dan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana teknologi inovatif ini dapat meningkatkan operasi logistik militer. Selain itu, penulis juga berharap melalui tulisan ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan dan arah praktik logistik pertahanan di masa depan sebagai upaya untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan logistik pertahanan Indonesia.

## 2. MATERIAL DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman secara komprehensif tentang bagaimana teknologi *blockchain* dapat diterapkan dalam konteks manajemen logistik pertahanan, serta mengidentifikasi berbagai peluang dan tantangan yang muncul

dalam proses tersebut. Database informasi berasal dari artikel ilmiah, laproan riset, *proceeding* konferensi dan buku. Sumber-sumber ini dipilih berdasarkan kriteria keakuratan, kredibilitas, dan relevansi dengan topik penelitian serta kata kunci yang sesuai dengan topik seperti *blockchain*, logistik, manajemen, rantai pasok, dan juga pertahanan. Evaluasi secara ketat dilakukan terhadap setiap sumber untuk memastikan relevansi topik dan validitas data yang disajikan. Data-data seperti temuan kunci, konsep dan argumentasi yang sesuai dengan topik kemudian dipilih dan dibuat catatan secara rinci. Selanjutnya, data-data tersebut dianalisis dengan membandingkan, mengkontraskan dan mencari pola yang muncul sehingga dari sumber data tersebut diperoleh konsep dan teori yang relevan untuk digunakan sebagai landasan dalam penelitian ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Prinsip dan Cara Kerja Teknologi Blockchain

Teknologi *blockchain* menggunakan sistem pencacatan yang terdistribusi yang disebut dengan DLT. Pada prinsipnya, *blockchain* adalah sebuah database yang didistribusikan secara struktural sebagai sebuah blok yang sistematis di mana blok-blok yang telah disepakati tidak dapat diubah. Jaringan ini menampilkan dari mana data berasal dan siapa pemilik data tersebut, yang memungkinkan partisipan untuk mengotentikasi dan memeriksa transaksi secara ekonomis dan membangun opsi untuk transparansi dalam rantai pasokan (Ar et al., 2020). Salinan database atau sebagian salinannya kemudian didistribusikan ke masing-masing pihak, dan pihak tersebut kemudian dapat membuat perubahan pada database dengan tunduk pada aturan yang diterima secara kolektif. Perubahan yang dibuat oleh berbagai pihak dikumpulkan dan disimpan dalam basis data secara berkala dalam bentuk paket-paket yang disebut 'blok' (Tijan et al., 2019).

Database pada *blockchain* tersebut bersifat *append-only*, yang berarti bahwa data yang sudah terekam dalam blok tersebut hanya dapat ditambahkan, dan tidak bisa dirubah, dihapus ataupun dikurangi. Sehingga, tanggung jawab administratif dan kepercayaan berada di antara para operator dan setiap anggota dalam jaringan untuk memantau setiap penambahan transaksi yang terjadi (Suprayitno & Cempaka Timur, 2022). Dengan demikian, prinsip kerja blok dalam teknologi *blockchain* ini berkaitan dan mengacu kepada blok sebelumnya, dan jika terdapat perubahan dalam pencatatan tersebut maka seluruh perubahan secara otomatis akan dikirimkan kepada semua partisipan. Selain itu, seluruh informasi yang terbentuk dalam blok diamankan dengan menggunakan kriptografi, dimana setiap pengguna akan memiliki *private key*, dan *public key* akan dibagikan kepada seluruh pengguna (Tijan et al., 2019).

Cara kerja teknologi *blockchain* diatas sesuai dengan (Perboli et al., 2018), yang mengemukakan bahwa desain sistem teknologi *blockchain* memiliki beberapa prinsip / karakteristik, antara lain:

- a. *Open Distributed Ledger*. Database yang terdesentralisasi diantara para pihak terkait yang dapat divalidasi tanpa otoritas terpusat dan jika sebuah transaksi dirubah sebuah blok baru akan dibuat dan dikaitkan (dirantai) dari blok-blok sebelumnya. Desentralisasi yang dikombinasikan dengan

- pembaruan informasi secara real-time membuat *blockchain* baik dalam jaringan yang melibatkan organisasi yang berbeda.
- b. Adanya aturan untuk berbagi data. Partisipan mengatur *blockchain* dengan cara menyetujui terlebih dahulu jenis-jenis transaksi yang dilakukan dengan mengkaitkan hal tersebut kedalam rantai sebagai *smart contract*.
  - c. Sedikitnya pihak ketiga yang menjadi perantara
  - d. Berbasis konsensus dan kepercayaan karena penyimpanan yang terdesentralisasi. Hal ini memungkinkan untuk menghindari kesalahan atau fraud yang dapat mempengaruhi database.
  - e. Diamankan dengan kriptografi. Mekanisme kriptografi ini membuat data yang disimpan dalam *blockchain* tidak dapat diubah dan unik.
  - f. Tersusun secara kronologis. Hal ini memungkinkan partisipan untuk membuat analisis berdasarkan data yang dinamis.

Selain itu, (Choi & Siqin, 2022) mengklasifikasikan teknologi *blockchain* dalam 5 tahapan perkembangan, yaitu *Blockchain 1.0* sampai dengan *5.0*. *Blockchain 1.0* berfokus pada sektor keuangan yang mengacu kepada mata uang *cryptocurrency*. *Blockchain 2.0* yang ditandai dengan adanya *smart contract* untuk membantu mengeksekusi banyaknya ketentuan perjanjian secara otomatis yang langsung diaplikasikan dalam program komputer. *Blockchain 3.0* menekankan pada sifat blockchain yang terdesentralisasi untuk fungsi-fungsi seperti transparansi. *Blockchain 4.0* berfokus kepada pengaplikasian dalam dunia nyata dan dampak dari penggunaan *blockchain* di berbagai industri. *Blockchain 5.0* menjadi *blockchain* yang cerdas dimana penerapannya dilakukan bersama dengan *artificial intelligence* dan *data analytics* lainnya serta teknologi industri 4.0. Sebagian besar perusahaan yang mengadopsi blockchain saat ini berada pada tahap *blockchain 4.0* dan akan melangkah ke *blockchain 5.0* dalam waktu dekat. Adapun perbandingan evolusi teknologi *blockchain* dapat dilihat pada Tabel 1 (Mourtzis et al., 2023).

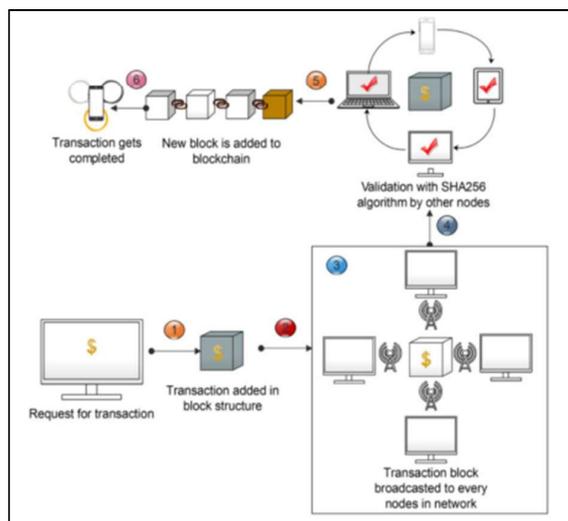
**Tabel 1.** Perbandingan Evolusi Teknologi *Blockchain*

Parameter	Blockchain 1.0	Blockchain 2.0	Blockchain 3.0	Blockchain 4.0
Teknologi yang mendasari	<i>Distributed Ledger Technology (DLT)</i>	<i>Smart contracts</i>	<i>Decentralized Application (DApps)</i>	<i>Blockchain dengan AI</i>
Mekanisme konsensus	<i>Proof of Work (PoW)</i>	<i>Delegated Proof of Work</i>	<i>Proof of Stake, Proof of Authority</i>	<i>Proof of Integrity</i>
Validasi	Oleh <i>miners</i>	Melalui <i>smart contracts</i> dan <i>miners</i>	<i>In-built</i> mekanisme verifikasi via DApps	Verifikasi otomatis via <i>sharing</i>
Skalabilitas	<i>Non-scalable</i>	<i>Poorly scalable</i>	<i>Scalable</i>	<i>Highly scalable</i>

Interkomunikasi	Tidak memungkinkan	Tidak memungkinkan	Memungkinkan	Memungkinkan
Data rate	7 TBS	15 TBS	1000 s of TBS	10 <sup>6</sup> TBS
Cost	<i>Expensive</i>	<i>Cheaper</i>	<i>More cheaper</i>	<i>Cost effective</i>
Konsumsi energi	<i>Highest</i>	<i>Moderate</i>	Energy efficient	Highly efficient
Contoh	Bitcoin	Ethereum	IOTA, Cardano, Anion	SEELE, Unibright
Aplikasi	Bidang finansial	Bidang non-finansial	<i>Business platform</i>	Industri 4.0

Sumber: (Mourtzis et al., 2023)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara prinsipnya cara kerja teknologi *blockchain* dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 1).

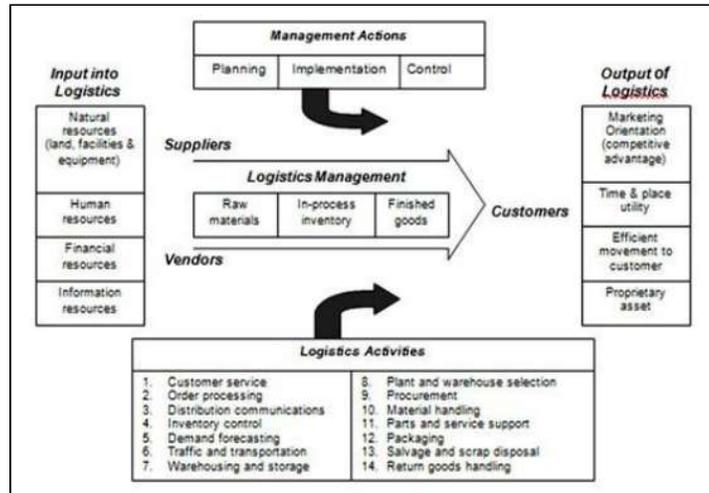


Gambar 1. Cara Kerja Teknologi *Blockchain*

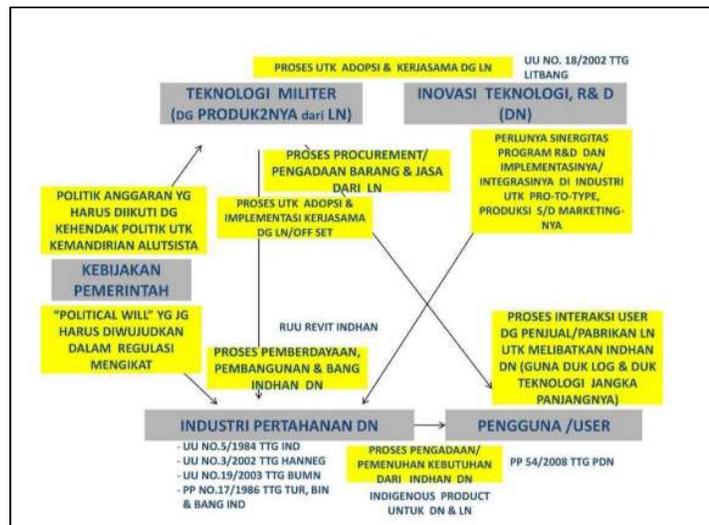
Sumber: (Bodkhe et al., 2020)

### 3.2 Penerapan Teknologi *Blockchain* di Sektor Logistik

Praktik logistik digambarkan sebagai sektor yang meliputi berbagai aktor mulai dari *supplier*, vendor dan juga *customer* yang melakukan berbagai aktivitas logistik seperti pelayanan konsumen, proses order, distribusi, *inventory control*, perkiraan permintaan, lalu lintas dan transportasi, penyimpanan dan pengadaan dengan tujuan pencapaian target (Gambar 2) (Sahabuddin, 2020). Dalam konteks logistik pertahanan, target yang dimaksud merupakan tujuan untuk memastikan ketersediaan alutsista, material maupun teknologi dimana harus ada kerjasama yang baik antara kebijakan pemerintah, industri pertahanan, teknologi militer, serta pengguna/*user* untuk dapat memastikan kelancaran praktik logistik pertahanan sehingga dapat melindungi segenap wilayah NKRI (Gambar 3).



Gambar 3. Manajemen Logistik  
Sumber: (Sahabuddin, 2020)



Gambar 4. Mekanisme Kerjasama Akuisisi Pertahanan  
Sumber: (Sahabuddin, 2020)

(Erbel & Kinsey, 2018) mengemukakan bahwa logistik adalah hal yang sangat penting. Logistik merupakan faktor utama yang menentukan terjadinya perang, pelaksanaan perang, dan *outcome* perang yang diperoleh baik di dalam maupun diluar medan perang. Sehingga, faktor logistik harus diperhitungkan karena logistik bukan hanya prasyarat untuk melakukan operasi militer tetapi merupakan komponen integral dalam seni perang, yang jika tidak diikuti maka kemungkinan terbaik yang terjadi yaitu analisis perang menjadi tidak lengkap atau dengan kemungkinan terburuk analisis perang menjadi salah.

Saat ini, ada beberapa masalah yang dihadapi oleh sektor logistik pertahanan seperti pengelolaan sistem inventori yang belum terintegrasi, kurangnya penerapan sistem komputerisasi yang menyebabkan kendala dalam proses

identifikasi material, kendala dalam perencanaan kebutuhan kedepannya dan juga kendala otomatisasi yang mempengaruhi kelancaran praktik logistik kepada user untuk mempertahankan segenap wilayah NKRI (Hartanto, 2016). Selain itu, dalam industri pertahanan masalah dibidang logistik juga meliputi hal-hal tentang adanya risiko keterlambatan proses pengadaan dalam rantai pasokan (PT. Pindad (Persero), 2022) dan adanya potensi dalam kesalahan perhitungan yang berdampak terhadap ketersediaan dukungan logistik (Erbel & Kinsey, 2018). Sehingga, dengan diterapkannya penggunaan teknologi *blockchain* ini diharapkan dapat menanggulangi masalah-masalah yang ada pada sektor logistik.

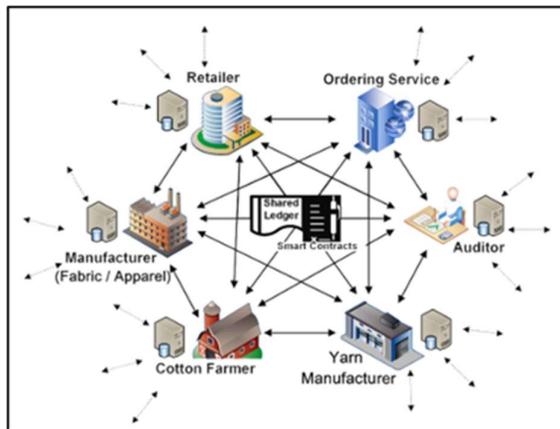
Penerapan teknologi *blockchain* 4.0 di berbagai sektor industri menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan teknologi *blockchain* generasi sebelumnya dalam hal skalabilitas, interoperabilitas, dan juga tingkat transaksi (Mourtzis et al., 2023). (Subramanian et al., 2020) menyatakan bahwa teknologi *blockchain* meningkatkan transparansi rantai pasokan dengan memungkinkan setiap mitra untuk mengakses informasi mengenai kegiatan dalam rantai pasokan. Kemudian, dengan terhubungnya blok-blok dalam teknologi *blockchain* dapat memungkinkan pengguna untuk melakukan *tracing* terhadap produk/transaksi yang dilakukan. Selain itu, penggunaan teknologi *blockchain* juga dapat mencegah aktivitas *cybercrime* dalam sistem logistik. Hal ini dikarenakan teknologi *blockchain* memungkinkan penggunaanya untuk dapat memverifikasi keabsahan data secara otomatis dan memberikan transparansi yang tinggi dalam rantai pasok (Yuniarti et al., 2023).

Teknologi *blockchain* dan berbagai keunggulannya sejalan dengan masalah-masalah yang sedang dihadapi oleh logistik pertahanan. Oleh karena itu, prinsip dan cara teknologi *blockchain* ini dapat di adaptasi dalam bidang logistik khususnya bidang logistik strategis seperti logistik pertahanan. Hal tersebut sesuai dengan (Bodkhe et al., 2020) bahwa dalam taksonomi *blockchain* 4.0, teknologi ini dapat diaplikasikan pada sektor *supply chain* dan logistik dengan menggunakan sistem RFID dan BC, *traceability*, dan sistem pengukuran performa. Sejalan dengan (Ar et al., 2020), bahwa teknologi *blockchain* layak dan dapat diterapkan untuk operasi logistik seperti transportasi, *material handling*, pergudangan, proses order, dan manajemen armada karena dalam beberapa proses ini secara keseluruhan membutuhkan keamanan, visibilitas, ketertelusuran, dan akuntabilitas yang tinggi. (Yuniarti et al., 2023) juga menyatakan bahwa teknologi *blockchain* dalam konteks logistik dapat diterapkan dalam aktivitas seperti identifikasi produk, pelacakan dan pengecekan kualitas, serta manajemen pengiriman.

Penerapan teknologi *blockchain* yang didesain untuk keperluan bisnis dan *supply chain* memiliki perbedaan dengan penerapan teknologi *blockchain* untuk *cryptocurrency* yang menerapkan jaringan publik. Penerapan teknologi

*blockchain* untuk keperluan *supply chain* bisnis memerlukan privasi dan akses yang terbatas dengan pihak yang berwenang (*authorized*) dan mudah untuk diidentifikasi (*identifiable partners*). Akses terbatas seperti adanya persyaratan dalam tingkat visibilitas dan aksesibilitas yang berbeda untuk setiap pihak dapat diterapkan. Sebagai contoh, data biaya produk pemasok hanya dapat diakses oleh pembeli dan tidak dapat diakses oleh mitra rantai pasokan lainnya. Meskipun demikian, *blockchain* harus mencatat semua data transaksi dengan aksesibilitas yang disesuaikan dengan mitra rantai pasokan dan tetap dapat diaudit dan diverifikasi (Agrawal et al., 2021).

Dalam hal ini teknologi *blockchain* tidak semata-mata langsung diadopsi dan diaplikasikan untuk bidang logistik pertahanan. Namun, dilakukan adaptasi teknologi *blockchain* dalam penerapannya untuk bidang logistik pertahanan. Sehingga dengan penerapan sistem ini dapat dimanfaatkan perkembangan teknologi terkini untuk memudahkan praktik manajemen logistik diantara para pihak terkait, terjadinya transparansi dalam *supply chain*, dan visibilitas yang dapat memudahkan implementasi aturan dan kebijakan pemerintah. Demikian pula, dengan diterapkannya sistem ini setiap pihak dapat mempertahankan keunggulan kompetitif mereka tanpa mengungkapkan semua informasi dan strategi kepada perusahaan pesaing. Adapun konsep desentralisasi dalam



penerapan teknologi *blockchain* digambarkan pada Gambar 5.

Gambar 5. Penerapan Desentralisasi Data *Blockchain* Dalam Industri

Sumber: (Agrawal et al., 2021)

### 3.3 Peluang dan Tantangan Pengaplikasian Teknologi *Blockchain* dalam Manajemen Logistik Pertahanan

Meskipun teknologi *blockchain* telah terbukti memiliki berbagai potensi keunggulan yang dapat diterapkan dalam bidang logistik seperti keamanan, *traceability*, transparansi, *smart contract*, desentralisasi data, dan *immutability* (data yang tidak bisa dirubah). Dalam proses pelaksanaannya ada beberapa tantangan yang perlu dihadapi dalam pengaplikasian teknologi *blockchain* dalam manajemen logistik pertahanan. Beberapa tantangan tersebut

diantaranya yaitu perlunya investasi tertentu baik dari segi infrastruktur maupun sumber daya manusia, diperlukannya pertimbangan mendalam karena setiap rantai pasokan bersifat unik dan harus ditangani menggunakan kriteria dan kumpulan data yang berbeda (Ar et al., 2020) yang sejalan dengan logistik pertahanan yang bersifat strategik.

Selain itu, karena logistik pertahanan berada pada level strategis, maka adanya kesalahan perhitungan juga dapat menyebabkan dukungan logistik yang tidak memadai sehingga tujuan strategis tidak dapat tercapai, atau sistem logistik yang terlalu kompleks juga dapat secara tidak sengaja secara langsung mempengaruhi tujuan tersebut (Erbel & Kinsey, 2018). Survey yang telah dilakukan oleh (Hackius & Petersen, 2017) tentang pemanfaatan teknologi *blockchain* dalam sektor logistik juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi di sektor ini masih dalam jumlah yang sangat sedikit. Tantangan utama yang menjadi pertimbangan dalam penggunaan teknologi ini yaitu karena ketidakpastian peraturan, adanya pihak-pihak yang berbeda harus bergabung, dan kurangnya kesiapan teknologi dan penerimaan dalam industri logistik. Terlebih lagi di era *big data* saat ini dengan ketersediaan data *real-time* yang banyak memberikan tantangan tersendiri dalam aplikasinya. Sehingga, dalam penerapan teknologi *blockchain* integritas data menjadi suatu hal yang sangat krusial (Mourtzis et al., 2023).

#### 4. KESIMPULAN

Penerapan teknologi *blockchain* dalam sektor manajemen logistik pertahanan memiliki potensi yang cukup baik, tetapi masih diperlukan pengkajian secara mendalam dalam proses adaptasi pengaplikasiannya. Teknologi *blockchain* memerlukan sumber daya manusia yang memadai dan juga teknologi, sehingga perlu diantisipasi kesiapan sumber daya manusia dan teknologi yang ada. Hal-hal seperti ketidakpastian peraturan, adanya pihak-pihak yang berbeda harus bergabung, kurangnya kesiapan teknologi dan penerimaan dalam industri logistik juga masih harus menjadi pertimbangan. Terlebih lagi di era *big data*, integritas data juga menjadi hal yang penting. Oleh karena itu, harus dikaji secara mendalam mengenai penerapan teknologi *blockchain* untuk bidang logistik pertahanan dan pihak-pihak lainnya yang memiliki keterkaitan dalam *supply chain* pertahanan untuk efisiensi dan efektivitas sistem ini. Penerapan akses terbatas untuk level-level tertentu juga harus menjadi bahan pertimbangan dalam aplikasi teknologi *blockchain* karena penerapan teknologi *blockchain* dalam jaringan publik, melainkan diakses melalui pihak yang berwenang yang telah terdaftar (*authorized*) dan mudah untuk diidentifikasi (*identifiable partners*).

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana penelitian atau donatur dan pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian yang kontribusinya tidak cukup signifikan untuk dimasukkan dalam kelompok penulis (authorship).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agrawal, T. K., Kumar, V., Pal, R., Wang, L., & Chen, Y. (2021). Blockchain-based framework for supply chain traceability: A case example of textile and clothing industry. *Computers and Industrial Engineering*, *154*(January). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107130>
- Ar, I. M., Erol, I., Peker, I., Ozdemir, A. I., Medeni, T. D., & Medeni, I. T. (2020). Evaluating the feasibility of blockchain in logistics operations: A decision framework. *Expert Systems with Applications*, *158*, 113543. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113543>
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for Industry 4.0: A comprehensive review. *IEEE Access*, *8*, 79764–79800. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988579>
- Choi, T. M., & Siqin, T. (2022). Blockchain in logistics and production from Blockchain 1.0 to Blockchain 5.0: An intra-inter-organizational framework. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *160*, 102–115. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102653>
- Erbel, M., & Kinsey, C. (2018). Think again supplying war: reappraising military logistics and its centrality to strategy and war. *Journal of Strategic Studies*, *41*(4), 519–544. <https://doi.org/10.1080/01402390.2015.1104669>
- Hackius, N., & Petersen, M. (2017). *Blockchain in logistics and supply chain : Trick or Niels Hackius , Moritz Petersen Blockchain in Logistics and Supply Chain : Trick or Treat ?*
- Hartanto, Y. A. (2016). Logistic Management in Enhancing the Combat Readiness of Indonesian Naval Equipment. *Jurnal Pertahanan*, *6*(April 2016), 225–244. <http://139.255.245.6/index.php/JPBH/article/download/302/177>
- Hutri, D., Sitorus, H., & Santosa, A. I. (2020). Analisis Dukungan Logistik Wilayah Operasi Udara Di Pangkalan TNI Angkatan Udara Roesmin Nurjadin Pekanbaru. *Strategi Pertahanan Udara*, *6*(1), 65–79. <http://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/SPU/article/view/510>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2023). Blockchain Integration in the Era of Industrial Metaverse. *Applied Sciences (Switzerland)*, *13*(3). <https://doi.org/10.3390/app13031353>
- Perboli, G., Musso, S., & Rosano, M. (2018). Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. *IEEE Access*, *6*, 62018–62028. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875782>
- PT. Pindad (Persero). (2022). *Laporan Tahunan PT. Pindad: Titik Balik*. 1–442. [www.pindad.com](http://www.pindad.com)
- Sahabuddin, Z. A. (2020). *Buku Ajar Pengadaan Alat Pertahanan dan Logistik*. Penerbit Makmur Cahaya Ilmu. <http://repository.idu.ac.id/1462/1/ZAS - Buku Ajar - Pengadaan Alat Pertahanan dan Logistik.pdf>
- Sarjito, A. (2022). Konsep Logistik Pertahanan. *Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Manajemen Pertahanan*, *8*(2), 133–155.
- Subramanian, N., Chaudhuri, A., & Kay, Y. (2020). Blockchain and Supply Chain Logistics: Evolutionary Case Studies. In *Blockchain and Supply Chain Logistics: Evolutionary Case Studies*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47531-4>
- Suprayitno, E., & Cempaka Timur, F. G. (2022). Teknologi Blockchain Dalam Kajian

- Peperangan Asimetris: Perspektif Indonesia. *Peperangan Asimetris (PA)*, 8(2), 21. <https://doi.org/10.33172/pa.v8i2.1435>
- Tijan, E., Aksentijevi , S., Ivani , K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041185>
- Wardiana, W. (2002). Perkembangan Teknologi Informasi di Indonesia. *Seminar Dan Pameran Teknologi Informasi 2002, Fakultas Teknik Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Jurusan Teknik Informatika, Bandung, West Java (Indonesia)*, 1 6. <https://doi.org/10.1007/BF02191578>
- Yuniarti, R., Alfarizy, H. F., Siallagan, Z., & Rizkyanfi, M. W. (2023). *ISSN : 2809-7491*. 3, 23 32.