

## Eksplorasi Potensi Penggunaan *Blockchain* Dalam Optimalisasi Manajemen Pelabuhan di Indonesia: Tinjauan Literatur

Dondy Indraprakoso<sup>1</sup>, Haripin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Gadjah Mada, dondyindraprakoso2988@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup> Universitas Gadjah Mada, haripin@mail.ugm.ac.id

---

### Article Info

#### Article history:

Received Jun, 2023

Revised Jul, 2023

Accepted Jul, 2023

---

#### Kata Kunci:

*Blockchain*, Kerangka  
Konseptual, Manajemen  
Pelabuhan, Rantai Pasok

---

#### Keywords:

*Blockchain*, Conceptual  
Framework, Port Management,  
Supply Chain

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi potensi penggunaan teknologi *Blockchain* dalam optimalisasi manajemen pelabuhan di Indonesia. Pelabuhan merupakan salah satu elemen penting dalam rantai pasok global, dan efisiensi operasionalnya sangat mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem logistik. Namun, manajemen pelabuhan di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan, termasuk kompleksitas proses, kurangnya transparansi, serta risiko keamanan dan integritas data. Metode penelitian yang digunakan adalah tinjauan literatur. Berdasarkan literatur yang relevan, penelitian ini menyajikan analisis dan sintesis informasi yang ditemukan untuk memahami bagaimana teknologi *Blockchain* dapat memberikan kontribusi dalam memperbaiki manajemen pelabuhan di Indonesia. Tinjauan literatur yang dilakukan telah mengidentifikasi beberapa potensi penggunaan *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan, termasuk pelacakan dan pemantauan logistik secara *real-time*, validasi dan otentikasi data, peningkatan transparansi dan kepercayaan, serta efisiensi proses pelabuhan. Penelitian ini juga mengidentifikasi penggunaan *smart technology* dan penerapan *smart contract* dalam manajemen pelabuhan. Selain itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi tantangan-tantangan yang dihadapi dalam mengadopsi dan menerapkan teknologi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan. Lebih lanjut, penelitian ini juga menyajikan berbagai kerangka konseptual yang dapat memandu penelitian masa depan dan upaya implementasi di bidang ini. Indonesia sebagai negara berkembang menghadapi berbagai tantangan dalam manajemen pelabuhan. Penelitian ini mengusulkan suatu kerangka konseptual yang komprehensif tentang bagaimana *Blockchain* dapat digunakan dalam industri maritim di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga mengusulkan kerangka analisis kelayakan untuk menilai kesiapan implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan di Indonesia. Hasil tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam tentang tren penggunaan *Blockchain* dalam optimalisasi manajemen pelabuhan di Indonesia. Penelitian ini juga dapat menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut dan membantu para pemangku kepentingan di Indonesia dalam mengambil keputusan terkait penerapan teknologi *Blockchain* dalam konteks manajemen pelabuhan.

---

### ABSTRACT

*This study explores the potential use of Blockchain technology for optimizing port management in Indonesia. Ports are an important element in the global supply chain, and their operational efficiency significantly affects the overall performance of logistics systems. However, port management in Indonesia still faces several challenges, including process complexity, a lack of transparency,*

and data security and integrity risks. The research method used was literature review. Based on the relevant literature, this research presents an analysis and synthesis of the information found to understand how Blockchain technology can contribute to improving port management in Indonesia. The literature review identified several potential uses of Blockchain in port management, including real-time logistics tracking and monitoring, data validation and authentication, increased transparency and trust, and efficiency of port processes. This study also identifies the use of smart technology and the application of smart contracts in port management. In addition, this research identifies the challenges faced in adopting and implementing Blockchain technology in port management. Furthermore, this study provides various conceptual frameworks that can guide future research and implementation efforts in this field. Indonesia, a developing country, faces various challenges in port management. This study proposes a comprehensive conceptual framework of how Blockchain can be used in the maritime industry in Indonesia. In addition, this study proposes a feasibility analysis framework to assess the readiness of Blockchain implementation in port management in Indonesia. The results of this literature review are expected to provide in-depth insights into the use of Blockchain in optimizing port management in Indonesia. This study can also serve as a basis for further research and assist stakeholders in Indonesia in making decisions regarding the application of Blockchain technology in the context of port management.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



---

#### Corresponding Author:

Name: Dondy Indraprakoso, S.E., CRMP  
Institution: Universitas Gadjah Mada  
Email: dondyindraprakoso2988@mail.ugm.ac.id

---

## 1. PENDAHULUAN

Inamarine (2023) menyebutkan bahwa industri maritim Indonesia siap tumbuh pada tahun 2023, dengan pemerintah berinvestasi besar-besaran dalam pembangunan infrastruktur dan industri galangan kapal negara. Pemerintah Indonesia telah mengidentifikasi industri maritim sebagai sektor kunci untuk pembangunan ekonomi, dengan rencana investasi hingga USD 100 miliar di industri ini selama dekade berikutnya. Investasi ini akan fokus pada pengembangan pelabuhan, galangan kapal, dan infrastruktur lainnya untuk mendukung pertumbuhan sektor maritim negara.

Berikut beberapa tantangan yang dihadapi industri maritim Indonesia di tahun 2023:

- Pelabuhan yang tidak efisien: Pelabuhan Indonesia termasuk yang paling tidak efisien di dunia. Ketidakefisienan ini disebabkan sejumlah faktor, antara lain peralatan yang sudah ketinggalan zaman, manajemen yang buruk, dan korupsi.
- Kurangnya tenaga kerja terampil: Indonesia kekurangan tenaga kerja terampil di industri maritim. Kurangnya tenaga kerja terampil ini menghambat pertumbuhan industri.
- Persaingan dari negara lain: Indonesia menghadapi persaingan dari negara lain, seperti China dan Vietnam, yang memiliki industri maritim yang kuat.

Teknologi *Blockchain* pertama kali digagas pada awal 1990-an, tetapi tidak sampai munculnya *Bitcoin* pada tahun 2009 yang mendapat perhatian luas (Larrier, 2021). *Blockchain* adalah sistem *ledger* terdistribusi yang menyediakan desentralisasi, persis tensi, anonimitas, dan kemampuan audit (W. Zheng et al., 2019). Teknologi ini telah menarik perhatian yang intens dari komunitas akademik dan telah diadaptasi untuk beragam aplikasi seperti meningkatkan ketertelusuran makanan, mengamankan catatan kesehatan elektronik, dan masalah manajemen data lainnya (Chin, 2020). Teknologi ini juga telah menjadi subyek banyak paten, dengan tiga perempat paten *Blockchain* AS berasal dari Amerika Serikat (Yang & Hwang, 2020). Nilai berkelanjutan untuk paten *Blockchain* ditemukan secara positif dan eksklusif terkait dengan industri perangkat lunak untuk orisinalitas dan dengan industri perangkat keras untuk umum (Kim et al., 2020). Teknologi *Blockchain* juga telah diterapkan pada akuntansi dan audit, dengan potensi untuk meningkatkan transparansi dan mengurangi kecurangan (Supriadi et al., 2020). Secara keseluruhan, teknologi *Blockchain* memiliki sejarah yang kaya dan terus berkembang saat aplikasi baru ditemukan dan dikembangkan (Chin, 2020; Larrier, 2021; Supriadi et al., 2020; W. Zheng et al., 2019).

Salah satu keuntungan utama dari pemanfaatan teknologi *Blockchain* dalam manajemen rantai pasokan adalah kemampuannya untuk memberikan visibilitas dan ketertelusuran yang lebih luas (Y. Wang et al., 2019). Dengan memanfaatkan *Blockchain*, pemangku kepentingan rantai pasokan dapat memiliki pandangan transparan tentang pergerakan barang dan dengan mudah melacak asalnya, yang dapat sangat bermanfaat dalam memastikan kepatuhan perdagangan. Teknologi *Blockchain* juga memungkinkan digitalisasi dan disintermediasi rantai pasokan, yang dapat merampingkan proses dan mengurangi keandalan perantara (Y. Wang et al., 2019). Hal ini dapat menyebabkan peningkatan efisiensi dan penghematan biaya dalam operasi rantai pasokan.

Keuntungan lain dari teknologi *Blockchain* dalam rantai pasokan adalah peningkatan keamanan data dan penggunaan *smart contract* (Y. Wang et al., 2019). *Blockchain* menggunakan fitur kriptografi untuk memastikan keamanan dan validitas data, sehingga menyulitkan pihak yang tidak berkepentingan untuk mengutak-atik atau memanipulasi informasi (Pournader et al., 2020). *Smart contract*, yang merupakan kontrak yang dapat dieksekusi sendiri dengan aturan yang telah ditentukan yang dikodekan ke dalam *Blockchain*, dapat mengotomatiskan proses rantai pasokan tertentu dan mengurangi risiko kesalahan atau penipuan (Kumar et al., 2023).

Teknologi *Blockchain* juga dapat meningkatkan visibilitas rantai pasokan, memungkinkan pemangku kepentingan memiliki pandangan yang jelas dan transparan terhadap keseluruhan rantai pasokan (Waikar et al., 2021). Hal ini dapat membantu mengurangi risiko penipuan dan pemalsuan, serta memberikan ketertelusuran produk yang lebih baik. Dengan memanfaatkan *Blockchain*, pemangku kepentingan dapat dengan mudah melacak dan memverifikasi pergerakan barang, memastikan keaslian dan integritasnya.

Namun, masih terdapat tantangan dan kesenjangan dalam memahami potensi penuh teknologi *Blockchain* dalam manajemen rantai pasokan (Y. Wang et al., 2019). Masalah seperti kepercayaan pada teknologi, kesalahan manusia dan penipuan, tata kelola, akses data konsumen, dan kemauan membayar perlu ditangani (Rogerson & Parry, 2020).

Terlepas dari tantangan ini, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi *Blockchain* dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi manajemen rantai pasokan. Implementasi teknologi *Blockchain* dalam logistik dapat meminimalkan tantangan seperti keterlambatan pesanan, kerusakan barang, kesalahan, dan entri data ganda (Tijan et al., 2019). Penggunaan teknologi *Blockchain* dalam operasi bisnis sehari-hari dapat meningkatkan waktu respons, data yang aman dan terjamin, visibilitas yang tepat di seluruh *node*, transaksi yang transparan, dan kepercayaan di antara anggota rantai pasokan (Magd et al., 2023).

Teknologi *Blockchain* telah menjadi teknologi yang menarik untuk diterapkan di berbagai sektor, termasuk industri maritim. (Abdallah et al., 2023) mengadvokasi penggunaan teknologi *Blockchain* sebagai pendekatan revolusioner dalam industri maritim. Selain itu, Durán et al., (2021) menyoroti manfaat menggunakan teknologi *Blockchain* untuk meningkatkan pengambilan keputusan di pelabuhan cerdas dengan menjamin kepercayaan, transparansi, dan ketertelusuran kargo dan data.

Tinjauan literatur ini didasarkan pada keingintahuan penulis mengenai apa saja fitur dan diskusi utama dalam literatur mengenai implementasi teknologi *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan dan bagaimana tinjauan literatur tersebut dapat memberikan kerangka konseptual untuk menilai implementasi teknologi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan di Indonesia? Tinjauan literatur akan menganalisis sumber-sumber yang relevan untuk mengidentifikasi tren implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan yang telah diterapkan pada berbagai pelabuhan di dunia. Dengan mensintesis dan menganalisis literatur secara kritis, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang tren implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan di dunia dan mengusulkan suatu kerangka konseptual yang relevan untuk menilai implementasi teknologi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan di Indonesia.

## 2. STRATEGI PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini mengadopsi tinjauan literatur dengan menggunakan pendekatan teknik analisis konten. Proses dimulai dari identifikasi kata kunci yang relevan dilakukan berdasarkan topik implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan dengan mengidentifikasi beberapa kata kunci seperti "*Blockchain implementation*", "*maritime port management*", "*smart contract*", "*conceptual framework*", "*challenges*", "*Blockchain smart technology*", "*smart application*", dan "*feasibility analysis*". Selanjutnya, melakukan pencarian di *database* akademis yang relevan seperti *Scopus*, *Web of Science*, dan *Google Scholar* dengan menggunakan kombinasi kata kunci dalam berbagai kombinasi dan variasi untuk mendapatkan berbagai artikel yang relevan. Proses lanjutan dilakukan tinjauan teks lengkap dan ekstraksi data dilakukan dalam proses ekstrak informasi yang relevan, temuan utama, dan wawasan dari setiap artikel dengan menggunakan pendekatan sistematis. Terakhir, proses strategi pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis dan mensintesis data untuk mengidentifikasi tema, pola, dan hubungan yang umum dalam literatur. Kemudian mensintesis temuan untuk mengembangkan narasi yang koheren dari literatur tentang implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan.

## 3. EKSTRAKSI DAN ANALISIS DATA

### 3.1 *Blockchain dalam Manajemen Pelabuhan*

Menerapkan *Blockchain* di pelabuhan laut dapat memberikan manfaat dalam hal keberlanjutan, efisiensi, transparansi, dan kepercayaan. Menurut Jović et al. (2020), *Blockchain* memiliki potensi untuk meningkatkan pertukaran informasi antara semua pemangku kepentingan yang terlibat di sektor maritim, meningkatkan visibilitas rute transportasi dan mengurangi proses berbasis kertas. Namun, ada tantangan yang harus diatasi seperti lambatnya penerimaan teknologi ini dan biaya implementasi yang tinggi. Dalam industri maritim Singapura, Zhou et al. (2020) mengidentifikasi bahwa tantangan utama dan faktor penentu keberhasilan (CSF) implementasi *Blockchain* terkait dengan masalah regulasi, kepercayaan, interoperabilitas, dan standardisasi. Bauk (2022) mengusulkan kerangka kerja konseptual penyebaran *Blockchain* dalam manajemen pengiriman dan pelabuhan, yang mencakup *database* relasional terdistribusi dan mekanisme pembayaran *cryptocurrency* sebagai konstruksi utama. Peneliti tersebut menyarankan penyelidikan lebih lanjut untuk lebih memahami prospek pengembangan *Blockchain* di

seluruh *cluster* maritim. (S. Wang et al., 2021) mengusulkan kerangka kerja berbasis *Blockchain* untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas kapal di pelabuhan. Kerangka kerja ini memungkinkan agen kapal, terminal, perusahaan tunda, stasiun pilot, dan pemerintah untuk berbagi informasi, yang disimpan dalam *Blockchain*. Di negara berkembang seperti Montenegro dan Afrika Selatan, Kapidani et al. (2021) melaporkan bahwa implementasi *Blockchain* dibatasi oleh kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi. Durán et al. (2021) menyoroti bahwa teknologi *Blockchain* memungkinkan transaksi yang terdesentralisasi dan transparan dalam industri pelabuhan maritim, menjamin kepercayaan, transparansi, dan ketertelusuran kargo dan data untuk dilacak. Serra et al. (2022) menganalisis keadaan seni dan praktik aplikasi *Blockchain* di industri maritim dan mengusulkan *Proof of Concept* (PoC) untuk secara konkret menunjukkan bagaimana teknologi *Blockchain* dapat diterapkan pada transportasi *roll-on roll-off* dan komunitas *interport* di lingkungan nyata. Selanjutnya, (Pu & Lam, 2021) mempresentasikan kerangka kerja konseptual untuk adopsi *Blockchain* di industri maritim, yang menyelaraskan tiga aspek: model teknis, tata kelola, dan bisnis. Akhirnya, Kornienko (2023) mengidentifikasi bahwa salah satu aplikasi *Blockchain* yang paling menjanjikan dalam logistik kelautan adalah otomatisasi alur kerja dan transaksi, solusi kepercayaan antara rekanan, dan membuat *database* tunggal yang terbuka dan aman dengan *smart contract* untuk mendaftarkan informasi tentang kapal laut, termasuk risiko global dan dampaknya terhadap transportasi.

### 3.2 *Smart technology pada Manajemen Pelabuhan*

*Smart technology* merevolusi operasi dan infrastruktur pelabuhan, mengarah pada pengembangan pelabuhan hijau dan cerdas. Pelabuhan pintar memanfaatkan berbagai aplikasi pintar yang meningkatkan manajemen kapal dan peti kemas, sehingga meningkatkan aktivitas pelabuhan dan kinerja ekonomi (Yau et al., 2020). Selain itu, teknologi ini memungkinkan otomatisasi operasi, mengurangi waktu respons, meningkatkan pemanfaatan aset, dan meningkatkan visibilitas logistik (Min, 2022).

Alahmadi et al. (2021) melakukan pengklasifikasian *smart technology* dalam manajemen pelabuhan menjadi: *Global navigation satellite systems* (GNSS), *Electronic data interchange* (EDI), *Radio-frequency identification* (RFID), *Optical character recognition* (OCR) *systems*, *Wireless sensor networks* (WSNs), *Real-time location systems* (RTLSS), dan *Mobile devices*.

*Global navigation satellite systems* (GNSS) adalah jenis sistem navigasi berbasis satelit yang menyediakan layanan penentuan posisi, navigasi, dan pengaturan waktu dalam skala global. GNSS mengandalkan jaringan satelit yang mengorbit Bumi untuk mengirimkan sinyal yang dapat diterima dan diproses oleh penerima di darat. Keakuratan posisi GNSS bergantung pada berbagai faktor, termasuk kualitas penerima, ketersediaan sinyal satelit, dan adanya gangguan atau penghalang. Pemosisian akurasi tinggi sangat penting untuk banyak aplikasi seperti operasi pertanian, pemantauan deformasi bangunan besar, dan navigasi pesawat (Xiao et al., 2022; Yavuz, 2022). Para peneliti telah mengusulkan berbagai algoritme dan teknik untuk meningkatkan akurasi pemosisian GNSS, termasuk penggunaan metode pemrosesan lanjutan dan integrasi sensor lain seperti kamera (X. Chen et al., 2018; Xiao et al., 2022).

*Electronic data interchange* (EDI) adalah teknologi yang memungkinkan pertukaran data terstruktur antara sistem komputer yang berbeda tanpa perlu campur tangan manusia. EDI memungkinkan transfer informasi tanpa batas seperti pesanan pembelian, faktur, dan pemberitahuan pengiriman antara mitra dagang. Teknologi ini telah merevolusi manajemen rantai pasokan dan telah menjadi komponen penting dari operasi bisnis modern.

Penggunaan EDI dapat membantu mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan akurasi dan ketepatan waktu pertukaran data (Chang et al., 2012).

*Radio-frequency identification* (RFID) adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi, melacak, dan mengelola objek atau entitas. Sistem RFID terdiri dari *tag* atau label yang ditempelkan pada objek dan pembaca atau pemindai yang dapat berkomunikasi dengan *tag* secara nirkabel. Sistem ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti manajemen inventaris, pelacakan aset, dan kontrol akses. RFID menawarkan keuntungan seperti identifikasi otomatis dan pengambilan data, pelacakan waktu nyata, dan operasi *non-line-of-sight*. Integrasi RFID dengan teknologi lain, seperti GNSS, dapat memungkinkan pemosisian dan pelacakan objek yang mulus di lingkungan dalam dan luar ruangan (Chang et al., 2012; Retscher & Fu, 2007).

*Optical character recognition* (OCR) digunakan untuk mengubah teks yang dipindai atau dicetak menjadi teks yang dapat dibaca mesin. Teknologi OCR telah berkembang secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, dan sekarang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti manajemen dokumen, entri data, dan ekstraksi data otomatis. Sistem OCR menggunakan teknik pemrosesan gambar untuk menganalisis dan mengenali karakter individual atau blok teks. Keakuratan sistem OCR bergantung pada faktor-faktor seperti kualitas gambar yang dipindai, jenis dan kejelasan *font* yang digunakan, serta kerumitan dokumen yang sedang diproses. Teknologi OCR memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi tugas pemrosesan data, terutama di industri yang berurusan dengan dokumen cetak atau tulisan tangan dalam jumlah besar (Willingham & Herriott, 2020).

*Wireless sensor networks* (WSN) adalah jaringan sensor yang saling berhubungan yang digunakan di lingkungan fisik untuk memantau dan mengumpulkan data tentang lingkungan sekitar. WSN dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pemantauan lingkungan, layanan kesehatan, dan kota pintar. Setiap sensor dalam WSN dilengkapi dengan kemampuan penginderaan, kekuatan pemrosesan, dan kemampuan komunikasi nirkabel. Sensor dapat mengumpulkan data dari lingkungannya, memproses data secara lokal, dan mengirimkan data ke server pusat atau *node* lain dalam jaringan. Penggunaan WSN dapat memungkinkan pemantauan, analisis, dan kontrol sistem fisik secara *real-time*, yang mengarah pada peningkatan efisiensi, penghematan biaya, dan pengambilan keputusan yang lebih baik (Sun & Xia, 2022).

*Real-time location systems* (RTLS) digunakan untuk melacak dan menemukan aset atau orang secara *real-time*. RTLS biasanya menggunakan kombinasi teknologi, seperti GNSS, RFID, dan komunikasi nirkabel, untuk menentukan lokasi yang tepat dari objek atau individu. Sistem ini umumnya digunakan dalam industri seperti perawatan kesehatan, logistik, dan manufaktur untuk meningkatkan keselamatan, mengoptimalkan operasi, dan meningkatkan keamanan. RTLS dapat memberikan visibilitas *real-time* ke dalam pergerakan dan status aset, memungkinkan organisasi melacak aliran barang, mengelola inventaris, dan memastikan keselamatan dan kesejahteraan personel (Chang et al., 2012; Nakagawa et al., 2016; Qian, 2022).

*Mobile services*, seperti *smartphone* dan tablet, telah menjadi hal yang umum di masyarakat saat ini. Perangkat ini dilengkapi dengan beragam sensor, termasuk GNSS, akselerometer, dan kamera, yang memungkinkan berbagai layanan dan aplikasi berbasis lokasi. Perangkat seluler dapat memanfaatkan teknologi GNSS untuk memberikan informasi lokasi yang akurat kepada pengguna, memungkinkan aplikasi seperti pemetaan, navigasi, dan pemasaran berbasis lokasi. Integrasi GNSS dengan sensor lain, seperti kamera, dapat mengaktifkan fungsionalitas tingkat lanjut seperti *augmented reality* dan *simultaneous localization and mapping* (SLAM) (X. Chen et al., 2018; Li & Zhu, 2015).

Lebih lanjut, Alahmadi et al. (2021) melakukan perbandingan atas penggunaan *smart technology* tersebut pada berbagai pelabuhan, yaitu:

Tabel 1. Perbandingan Atas Penggunaan *Smart Technology*

	GNSS	EDI	RFID	OCR systems	WSN	RTLS	Mobile devices
<b>Keuntungan</b>	Operasi penyelamatan dan pencarian, navigasi pantai, navigasi perairan pedalaman, dan pengguna kapal rekreasi.	Mengotomatiskan perekaman, pengiriman, penerimaan, dan pembuatan dokumen pertukaran meningkatkan akurasi manajemen, meningkatkan layanan pelanggan, mengurangi biaya dengan mengoptimalkan proses, dan mengurangi waktu respons.	Lacak dan identifikasi inventaris, aset, dan orang-orang tanpa perlu saling berhadapan, dan itu dapat dibaca pada berbagai rentang dan dikodekan dengan sejumlah besar data.	Mengotomatiskan identifikasi peralatan. Ini membantu mengidentifikasi item tanpa menggunakan perangkat atau <i>tag</i> apa pun.	Digunakan untuk memantau kondisi lingkungan atau fisik seperti tekanan, suara, polutan, suhu, atau gerakan.	Menggunakan berbagai teknologi nirkabel mulai dari RFID hingga INS/DGPS, yang dapat digunakan untuk layanan lokasi <i>real-time</i> .	Ketersediaan dan evolusi perangkat seluler ini memberikan banyak hal solusi di sektor logistik karena dapat diintegrasikan dengan semua teknologi lainnya.
<b>Kekurangan</b>	Ancaman keamanan dunia maya seperti gangguan GPS.	Biaya pemasangan yang tinggi dan kurangnya standarisasi.	Biaya pemeliharaan, harga <i>tag</i> , dan biaya baterai.	Biaya implementasi.	Biaya implementasi karena perangkat keras yang diperlukan seperti sensor.	Menggunakan teknologi RFID, dengan demikian, biaya perawatan dan perangkat keras.	Rentan terhadap serangan dunia maya.
<b>Contoh Pelabuhan</b>	HHLA container terminal Burchardkai	Southampton Container Terminals	<i>Port of Seattle (USA), Nhava Sheva Port (India), and Port of Shanghai (China)</i>	APM terminals	<i>Ports of Los Angeles and Long Beach</i>	<i>Port of Hamburg</i>	<i>Port of Hamburg</i>



### 3.3 *Smart contract*

*Smart contract* adalah komponen kunci dari teknologi *Blockchain* dan semakin diadopsi di berbagai industri, termasuk manajemen pelabuhan laut. *Smart contract* adalah program komputer yang memfasilitasi dan menegakkan ketentuan perjanjian atau kontrak antara pihak yang terlibat, tanpa memerlukan perantara atau pihak ketiga yang dipercaya (Z. Zheng et al., 2020). Ini adalah perjanjian eksekusi mandiri dalam bentuk kode komputer yang berjalan di *Blockchain* (Samanta et al., 2021).

Konsep *smart contract* dapat ditelusuri kembali setidaknya pada tahun 1995 ketika Nick Szabo, seorang sarjana hukum, pertama kali memperkenalkan istilah tersebut dan mendefinisikannya sebagai seperangkat komitmen yang didefinisikan dalam bentuk digital (F. Liu & Zhao, 2023). Szabo membayangkan *smart contract* sebagai cara untuk mengotomatisasi dan menegakkan perjanjian kontrak melalui protokol transaksi terkomputerisasi (Metcalf, 2020). Dengan menyematkan persyaratan kontraktual dalam bentuk kode pada *Blockchain*, *smart contract* memastikan bahwa persyaratan tersebut dieksekusi dan diverifikasi secara otomatis, mengurangi kebutuhan intervensi manual dan merampingkan proses penegakan kontrak (Z. Zheng et al., 2020).

Dalam konteks manajemen pelabuhan maritim, *smart contract* menawarkan beberapa manfaat dan aplikasi. Mereka memungkinkan pelaksanaan otomatis dan penegakan kewajiban kontraktual, mengurangi *overhead* dan biaya administratif (Z. Zheng et al., 2020). Dengan menghilangkan kebutuhan perantara, seperti pengacara atau arbiter pihak ketiga, *smart contract* meningkatkan efisiensi proses bisnis di pelabuhan dan mengurangi risiko terkait (Alekseevich, 2022). Mereka dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek logistik maritim, termasuk manajemen rantai pasokan, pengiriman barang, dan operasi terminal (Aejas & Bouras, 2021; Min, 2022; Zelenkov & Lisafeeva, 2019).

Salah satu keuntungan utama *smart contract* dalam pengelolaan pelabuhan maritim adalah kemampuannya untuk meningkatkan keamanan dan transparansi. *Smart contract* didasarkan pada teknologi *Blockchain*, yang menyediakan buku besar yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah untuk menyimpan data dan transaksi kontrak (Pöyhönen et al., 2023). Ini memastikan bahwa syarat dan ketentuan kontrak transparan dan anti rusak, mengurangi risiko penipuan atau perubahan kontrak yang tidak sah (Alekseevich, 2022). Selain itu, penggunaan tanda tangan digital dalam *smart contract* dapat memberikan tambahan lapisan keamanan dan autentikasi (Samanta et al., 2021).

Adopsi *smart contract* dalam manajemen pelabuhan laut juga dapat berkontribusi pada pengembangan *smart port*. *Port* pintar adalah *port* yang memanfaatkan teknologi dan otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutannya (Haidine et al., 2021). *Smart contract* memainkan peran penting dalam digitalisasi dan otomatisasi operasi pelabuhan, memungkinkan integrasi yang mulus dari berbagai proses dan sistem. Misalnya, mereka dapat memfasilitasi pelacakan dan ketertelusuran kontainer pengiriman, mengotomatiskan prosedur kepabeanan, dan mengoptimalkan penjadwalan kapal dan penanganan kargo (J. Chen et al., 2019; Elmay et al., 2022).

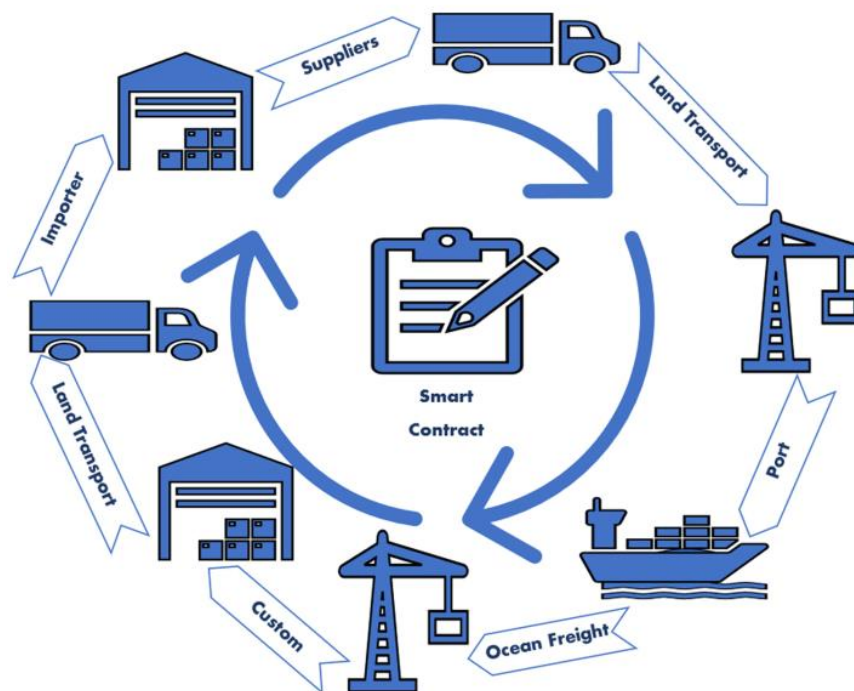
### 3.4 *Manajemen Pelabuhan Berbasis Blockchain*

Teknologi *Blockchain* berpotensi merevolusi manajemen rantai pasokan di pelabuhan laut. Dengan mengaktifkan transparansi, ketertelusuran, dan keamanan, *Blockchain* dapat mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh globalisasi rantai pasokan (Saber et al., 2019). Penggunaan *smart contract* berbasis *Blockchain* dalam logistik dan rantai pasokan, termasuk jaringan logistik maritim, telah dieksplorasi dalam literatur (Alqarni et al., 2023).

Selain meningkatkan proses pengambilan keputusan dan manajemen, teknologi *Blockchain* juga dapat berkontribusi pada kinerja keberlanjutan rantai pasokan. Dengan memberikan transparansi, keandalan, ketertelusuran, dan efisiensi, platform *Blockchain* dapat mendukung perlindungan lingkungan, keadilan sosial, dan efisiensi tata kelola dalam manajemen rantai pasokan (Park & Li, 2021).

Potensi teknologi *Blockchain* dalam membangun komunitas *interport* dan mendukung pengembangan rantai pasokan terintegrasi telah diakui. *Blockchain* dapat memastikan konektivitas pemangku kepentingan di dalam dan di antara pelabuhan, sehingga memfasilitasi digitalisasi pelabuhan dan industri maritim (Serra et al., 2022).

Alahmadi et al. (2021) memberikan kerangka alur kerja menggunakan Manajemen Rantai Pasok berbasis *Blockchain* di pelabuhan dan industri perkapalan.



Gambar 1. Alur kerja manajemen *Blockchain* di Pelabuhan

### 3.5 Tantangan dalam Implementasi *Blockchain* pada Manajemen Pelabuhan

Teknologi *Blockchain* telah mendapatkan perhatian yang signifikan di berbagai industri, termasuk sektor maritim, karena potensinya untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan pertukaran informasi. Namun, menerapkan *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan laut memiliki tantangan tersendiri. Bagian ini akan membahas tantangan dalam penerapan teknologi *Blockchain* dalam pengelolaan pelabuhan laut, yaitu:

1. Lambatnya penerimaan teknologi *Blockchain* di sektor transportasi laut: Lambatnya penerimaan teknologi *Blockchain* di sektor transportasi laut merupakan salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam penerapannya di pengelolaan pelabuhan. Menurut Jović et al., (2020), sektor maritim relatif lambat dalam mengadopsi teknologi baru, termasuk *Blockchain*. Adopsi yang lambat ini dapat dikaitkan dengan kompleksitas dan sifat konservatif industri maritim. Para pemangku kepentingan dalam industri mungkin menolak perubahan karena proses tradisional yang ada dan kebutuhan interoperabilitas dengan sistem yang ada.

2. Biaya implementasi yang tinggi: Tantangan lain dalam menerapkan teknologi *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan laut adalah tingginya biaya yang terkait dengan penerapannya. Menurut Jović et al., (2020), biaya penerapan teknologi *Blockchain* bisa menjadi signifikan, terutama untuk usaha kecil dan menengah (UKM) di sektor maritim. Biaya tidak hanya mencakup investasi awal dalam infrastruktur dan perangkat lunak, tetapi juga biaya pemeliharaan dan pelatihan yang berkelanjutan.
3. Kurangnya penelitian tentang implementasi *Blockchain* di industri maritim: Kurangnya penelitian tentang implementasi *Blockchain* di industri maritim menimbulkan tantangan untuk memahami potensi manfaatnya dan mengatasi masalah khusus pada industri tersebut. Zhou et al., (2020) menyebutkan bahwa beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi tantangan utama dan faktor penentu keberhasilan penerapan *Blockchain* di industri maritim. Pu & Lam (2021) juga menyatakan bahwa penelitian tentang aplikasi *Blockchain* di sektor maritim masih langka dan terbatas pada sektor tertentu seperti pengiriman maritim. Kurangnya penelitian membatasi pemahaman tentang tantangan dan peluang spesifik untuk implementasi *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan laut.
4. Masalah fragmentasi dan interoperabilitas: Sifat industri maritim yang terfragmentasi, dengan banyak pemangku kepentingan yang terlibat dalam manajemen pelabuhan, dapat menimbulkan tantangan bagi penerapan *Blockchain*. (Tsiulin et al., 2020) menyoroti perlunya interoperabilitas antara berbagai sistem dan pemangku kepentingan dalam industri maritim untuk memastikan pertukaran informasi yang lancar. (Alqarni et al., 2023) juga menyebutkan interoperabilitas sebagai tantangan dalam implementasi *smart contract*, yang merupakan bagian integral dari teknologi *Blockchain*. Integrasi berbagai sistem lama, kepatuhan terhadap standar, dan memastikan konsistensi data di berbagai sistem merupakan hal yang rumit dan memakan waktu.
5. Masalah keamanan dan privasi: Keamanan dan privasi data menjadi perhatian penting dalam penerapan teknologi *Blockchain* dalam pengelolaan pelabuhan maritim. (Munim et al., 2021) menyoroti tantangan terkait manajemen privasi dan undang-undang anti monopoli di industri maritim saat menggunakan teknologi *Blockchain*. (Lambourdiere & Corbin, 2020) menekankan pentingnya memastikan kerahasiaan data sensitif dalam rantai pasokan maritim berbasis *Blockchain*. (Zhang et al., 2022) mengusulkan skema otentikasi berbasis *Blockchain* untuk mengatasi masalah keamanan dalam sistem transportasi laut yang mendukung IoT. Tantangan-tantangan ini membutuhkan langkah-langkah keamanan yang kuat dan mekanisme perlindungan privasi untuk melindungi informasi sensitif.
6. Resistensi terhadap perubahan dan hambatan budaya: Resistensi terhadap perubahan dan hambatan budaya dapat menimbulkan tantangan dalam penerapan teknologi *Blockchain* dalam pengelolaan pelabuhan laut. (Gausdal et al., 2018) memperhatikan pentingnya mengatasi resistensi terhadap inovasi digital dalam industri maritim. Struktur hierarki tradisional dan budaya konservatif di sektor maritim dapat menghambat adopsi teknologi baru seperti *Blockchain*. (Papadakis & Kopanaki, 2022) menekankan perlunya standarisasi dan keterlibatan semua pemangku kepentingan dalam proses penerapan teknologi *Blockchain* untuk mengatasi resistensi dan memastikan keberhasilan adopsi teknologi.

### 3.6 Berbagai Kerangka Konseptual Implementasi Blockchain pada Manajemen Pelabuhan

Beberapa penelitian telah mengeksplorasi penggunaan *Blockchain* di sektor maritim dan mengusulkan kerangka kerja konseptual untuk memandu penerapannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Gausdal et al. (2018) bertujuan untuk mengembangkan kerangka teori untuk aplikasi *Blockchain* di industri maritim dan mengidentifikasi pendorong dan hambatan utama inovasi digital. Para peneliti tersebut mengeksplorasi kemungkinan aplikasi *Blockchain* dalam operasi dalam industri maritim.

Penelitian oleh Zhou et al. (2020) berfokus pada tantangan utama dan faktor penentu keberhasilan implementasi *Blockchain* di industri maritim Singapura. Mereka mengadopsi pendekatan penelitian kasus untuk menganalisis peningkatan efisiensi dan transparansi yang dapat dibawa oleh *Blockchain* ke bisnis dan operasi maritim.

Penelitian oleh (Pu & Lam, 2021) menekankan perlunya analisis holistik aplikasi *Blockchain* di industri maritim dari perspektif sektoral yang berbeda. Mereka mengusulkan kerangka kerja konseptual baru untuk memandu penelitian di masa depan dan memberikan pandangan komprehensif tentang adopsi *Blockchain* di industri.

Tsiulin et al. (2020) melakukan tinjauan literatur untuk menentukan kerangka kerja konseptual utama untuk aplikasi berbasis *Blockchain* dalam manajemen pengiriman dan pelabuhan. Mereka mengeksplorasi adopsi *Blockchain* dalam manajemen alur kerja dokumen yang ada di sektor maritim.

Lambourdiere & Corbin (2020) mengusulkan sebuah teori untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas rantai pasokan maritim melalui penerapan teknologi *Blockchain*. Mereka memeriksa kemampuan dinamis, manajemen rantai pasokan, dan teori rantai pasokan digital untuk menjelaskan bagaimana *Blockchain* dapat meningkatkan kinerja rantai pasokan.

Wang et al. (2021) mempresentasikan *framework* berbasis *Blockchain* untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas kapal di pelabuhan. Mereka menekankan pentingnya merangkul teknologi *Blockchain* dan pendekatan berbasis data untuk meningkatkan daya saing industri maritim.

Bauk, 2022b) mengusulkan kerangka kerja konseptual untuk penerapan *Blockchain* dalam manajemen pengiriman dan pelabuhan. Kerangka tersebut mencakup basis data relasional terdistribusi dan mekanisme pembayaran mata uang kripto, dengan platform TradeLens sebagai intinya.

Bauk (2022a) juga mengusulkan kerangka konseptual untuk implementasi teknologi dan sistem informasi dan komunikasi lanjutan di klaster maritim. Fokusnya adalah pada lingkungan berkembang, termasuk negara-negara Eropa Tenggara dan Afrika Selatan.

Korniyenko (2023) menganalisis potensi dan prospek penerapan teknologi *Blockchain* dalam digitalisasi industri maritim. Mereka mengidentifikasi arah utama untuk mengintegrasikan *Blockchain* ke dalam industri untuk meningkatkan efisiensi dan menciptakan proses baru.

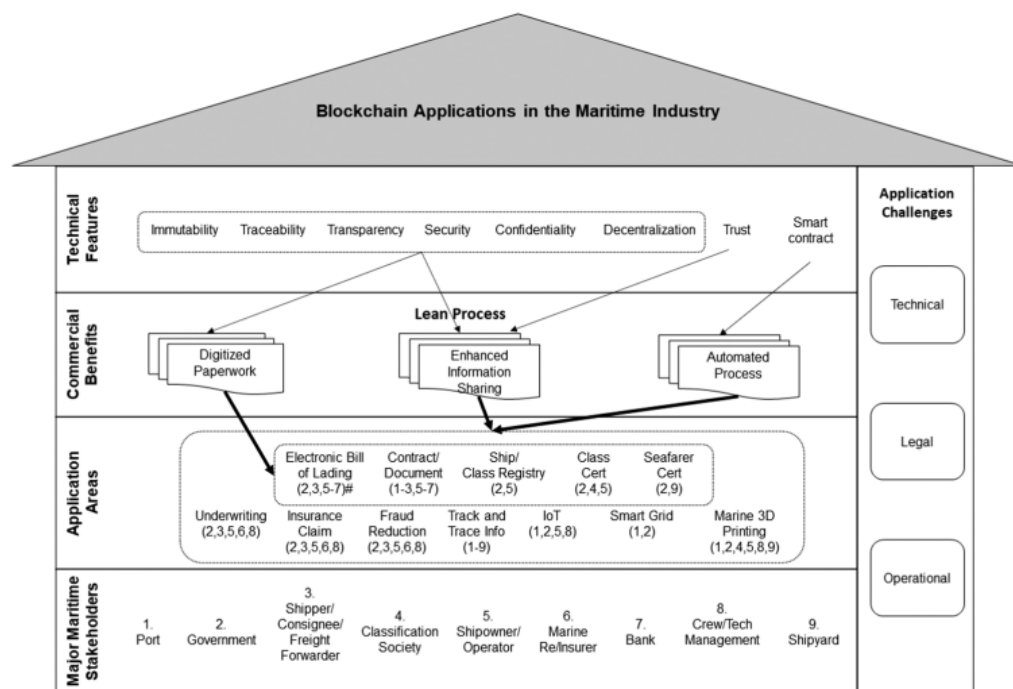
Secara keseluruhan, penelitian-penelitian tersebut memberikan wawasan berharga tentang manfaat dan tantangan potensial dalam memanfaatkan teknologi *Blockchain* di industri maritim. Kerangka konseptual yang diusulkan dapat memandu penelitian masa depan dan upaya implementasi di bidang ini.

### 3.7 Kerangka Konseptual Implementasi Blockchain pada Manajemen Pelabuhan yang Komprehensif

Dari berbagai kerangka konseptual yang telah dibangun oleh para peneliti terdahulu, penulis menilai bahwa kerangka konseptual yang dibangun oleh Pu & Lam (2021) merupakan sebuah kerangka konseptual yang cukup komprehensif untuk dapat memberikan pandangan terhadap keberhasilan proses implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan.

Dalam penelitiannya, Pu & Lam (2021) membangun sebuah Kerangka konseptual tentang bagaimana *Blockchain* dapat digunakan dalam industri maritim dengan contoh aplikasi. Kerangka konseptual tersebut dibangun berdasarkan temuan-temuan yang didapatkan oleh peneliti tersebut.

Kerangka kerja konseptual tersebut terdiri dari lima dimensi: fitur teknis *Blockchain*, manfaat komersial *Blockchain* untuk industri maritim, area yang berlaku di domain maritim, pemangku kepentingan maritim utama yang terlibat dalam aplikasi ini, dan potensi tantangan adopsi di industri. Peneliti memperoleh hubungan antara dimensi-dimensi ini dan pengaruhnya terhadap adopsi *Blockchain* di industri maritim dengan memeriksa faktor-faktor terperinci di setiap dimensi.



Gambar 2. Kerangka Konseptual *Blockchain* pada Manajemen Pelabuhan

Hasil analisis oleh peneliti tersebut menunjukkan bahwa fitur teknis *Blockchain* membentuk dasar untuk menciptakan keuntungan komersial bagi industri maritim. Manfaat komersial utama dari *Blockchain* diidentifikasi sebagai pencapaian proses ramping melalui tiga aspek: mendigitalkan dokumen, meningkatkan berbagi informasi, dan mengotomatiskan proses. Hubungan positif antara fitur teknis dan manfaat komersial berarti bahwa tingkat fitur teknis yang lebih tinggi membantu mencapai hasil yang lebih baik dalam manfaat komersial yang sesuai.

Analisis yang dilakukan oleh peneliti mengidentifikasi area aplikasi kontekstual dari *Blockchain* untuk setiap keuntungan komersial. Mendigitalkan dokumen dapat direalisasikan di banyak bidang seperti pendaftaran kapal, sertifikat klasifikasi, bill of lading, sertifikasi pelaut, dan kontrak pelayaran. Meningkatkan pembagian informasi dapat diterapkan ke seluruh rantai pasokan maritim. Ini mencakup semua area aplikasi dalam kerangka kerja karena transportasi laut dan layanan kelautan yang relevan bergantung pada informasi bersama untuk berkoordinasi di seluruh rantai. Informasi berkisar dari informasi komersial seperti pergerakan kargo hingga informasi teknis seperti data mesin. Selain itu, terdapat potensi untuk mewujudkan otomatisasi pada tingkat tertentu di sepanjang rantai pasokan maritim.

Penelitian tersebut juga menekankan pentingnya manajemen pemangku kepentingan dalam adopsi *Blockchain*. Pemangku kepentingan maritim utama dalam setiap kasus penggunaan *Blockchain* diidentifikasi berdasarkan relevansinya dengan setiap kasus.

Lebih lanjut, analisis yang dilakukan juga menunjukkan bahwa adopsi *Blockchain* menghadapi tantangan dalam industri maritim terutama dari aspek hukum, teknologi, dan operasional.

Dengan lima dimensi, kerangka kerja konseptual tersebut menjawab pertanyaan mendasar tentang mengapa, bagaimana, dan siapa yang terkait dengan adopsi *Blockchain* di industri maritim.

### **3.8 Kelayakan Implementasi Teknologi Blockchain pada Manajemen Pelabuhan**

Salah satu cara untuk menilai kesiapan implementasi suatu teknologi adalah dengan menggunakan analisis kelayakan. Analisis kelayakan adalah langkah penting bagi calon pengusaha dan manajer proyek untuk menentukan apakah suatu konsep atau proyek layak dan dapat berhasil diimplementasikan. Berbagai aspek perlu diperhatikan dalam analisis ini, antara lain kelayakan teknis, kelayakan kelembagaan, kelayakan hukum, kelayakan lingkungan, kelayakan sosial, dan kelayakan ekonomi. Aspek-aspek ini menilai kepraktisan dan kelayakan penerapan teknologi atau proyek tertentu (Christianto, 2023). Lebih lanjut, beberapa penelitian juga telah dilakukan untuk memahami berbagai aspek kelayakan ini dalam konteks implementasi *Blockchain* di industri pelabuhan laut.

Kelayakan teknis melibatkan evaluasi apakah teknologi yang diusulkan dapat dikembangkan atau diimplementasikan dengan sukses. Analisis ini mencakup penilaian ketersediaan sumber daya teknis, keahlian, dan infrastruktur yang diperlukan (Jamil et al., 2023; X.-W. Liu et al., 2011; Lolea et al., 2021). Misalnya, dalam hal penerapan pembangkit listrik tenaga hidrogen, kelayakan teknis akan melibatkan analisis seluruh rantai teknologi hidrogen, termasuk produksi, penyimpanan, distribusi, dan pemanfaatan (Lolea et al., 2021).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan teknis mengacu pada kemampuan penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan maritim dari perspektif teknis. Ini melibatkan penilaian apakah infrastruktur teknis yang ada dapat mendukung integrasi *Blockchain* dan mengidentifikasi tantangan atau persyaratan teknis apa pun. Penelitian oleh Jović et al. (2020) membahas dampak positif dari pertukaran informasi berbasis *Blockchain* di sektor transportasi laut dan menyoroti tantangan dan hambatan yang perlu diperhatikan untuk implementasi yang berhasil. Penelitian oleh Zhou et al. (2020) berfokus pada tantangan utama dan faktor penentu keberhasilan implementasi *Blockchain* di industri maritim dan mengadopsi pendekatan studi kasus berdasarkan industri maritim Singapura.

Kelayakan kelembagaan berkaitan dengan kapasitas lembaga yang ada untuk mendukung penerapan teknologi atau proyek tersebut. Analisis ini mempertimbangkan faktor-faktor seperti tata kelola, regulasi, kebijakan, dan peran pemangku kepentingan (Jamil et al., 2023; Williams et al., 2021). Evaluasi kelayakan kelembagaan membantu mengidentifikasi setiap hambatan hukum atau administrasi yang dapat menghambat proses implementasi (Williams et al., 2021).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan kelembagaan mengkaji kesiapan dan kemampuan lembaga dan organisasi dalam industri pelabuhan maritim untuk mengadopsi dan menerapkan teknologi *Blockchain*. Ini melibatkan penilaian struktur organisasi, kebijakan, dan proses yang mungkin perlu dimodifikasi atau dikembangkan untuk mendukung integrasi *Blockchain*. Penelitian oleh Jović et al. (2020) mencakup tinjauan literatur yang komprehensif tentang aspek kelembagaan keberlanjutan di sektor transportasi laut dan membahas tantangan dan hambatan pertukaran informasi berbasis *Blockchain*.

Kelayakan hukum mengacu pada analisis kesesuaian teknologi atau proyek yang diusulkan dengan undang-undang, peraturan, dan kerangka hukum yang ada. Ini melibatkan identifikasi tantangan atau persyaratan hukum potensial yang harus ditangani untuk implementasi yang sukses (Jamil et al., 2023; Panthi, 2016; Williams et al., 2021).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan hukum mengacu pada kompatibilitas implementasi *Blockchain* di industri pelabuhan laut dengan kerangka hukum dan peraturan yang ada. Ini melibatkan identifikasi hambatan atau pertimbangan hukum apa pun yang perlu ditangani saat menerapkan teknologi *Blockchain*. Penelitian oleh Pu & Lam (2021) menyebutkan bahwa kode teknis untuk *Blockchain* dapat digunakan untuk mengatur inovasi *Blockchain* dengan efek yang sama seperti kode hukum, menyiratkan bahwa teknologi *Blockchain* dapat digunakan untuk memastikan kepatuhan terhadap persyaratan hukum. Penelitian oleh J. Liu et al., (2021) membahas strategi investasi dan pembagian teknologi *Blockchain* dalam rantai pasokan pelabuhan di bawah lingkungan yang kompetitif, yang menyiratkan perlunya mempertimbangkan aspek hukum dalam penerapan *Blockchain*.

Kelayakan lingkungan menilai dampak dari teknologi atau proyek yang diusulkan terhadap lingkungan. Ini termasuk mengevaluasi potensi risiko lingkungan, keberlanjutan sumber daya, dan kepatuhan terhadap peraturan dan standar lingkungan (Jamil et al., 2023; Simó-Solsona et al., 2021; Williams et al., 2021). Misalnya, ketika mempertimbangkan penerapan teknologi limbah menjadi energi seperti gasifikasi plasma, analisis kelayakan lingkungan akan mengkaji dampaknya terhadap kualitas udara, praktik pengelolaan limbah, dan emisi gas rumah kaca (Kithsiri et al., 2014).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan lingkungan berfokus pada penilaian implikasi lingkungan dan keberlanjutan penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan laut. Ini melibatkan evaluasi apakah integrasi *Blockchain* dapat membantu mengurangi dampak lingkungan atau meningkatkan praktik pengelolaan lingkungan. Penelitian oleh Jović et al. (2020) memperluas penelitian tentang pertukaran informasi berbasis *Blockchain* di sektor transportasi laut untuk memasukkan aspek lingkungan keberlanjutan, menyoroti dampak positif dari *Blockchain* dalam mengurangi dampak lingkungan.

Kelayakan sosial mengevaluasi penerimaan dan dampak dari teknologi atau proyek yang diusulkan pada masyarakat dan komunitas. Analisis ini mempertimbangkan faktor-faktor seperti penerimaan sosial, norma budaya, keadilan sosial, dan keterlibatan masyarakat (Jamil et al., 2023; Simó-Solsona et al., 2021; Williams et al., 2021). Memahami

kelayakan sosial membantu mengidentifikasi potensi hambatan atau konflik sosial yang mungkin timbul selama implementasi (Simó-Solsona et al., 2021).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan sosial mengkaji implikasi sosial dan penerimaan penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan maritim. Ini melibatkan faktor pertimbangan seperti penerimaan pemangku kepentingan, adopsi pengguna, dan potensi dampak sosial dari integrasi *Blockchain*. Penelitian oleh Jović et al. (2020) juga membahas aspek sosial keberlanjutan di sektor transportasi laut, mengeksplorasi dampak sosial dan tantangan pertukaran informasi berbasis *Blockchain*.

Kelayakan ekonomi menilai kelayakan finansial dan efektivitas biaya dari teknologi atau proyek yang diusulkan. Ini melibatkan analisis potensi proyek untuk menghasilkan pendapatan, laba atas investasi, dan dampak ekonomi secara keseluruhan (Christianto, 2023; ML et al., 2009; Williams et al., 2021). Misalnya, dalam konteks penerapan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS), kelayakan ekonomi akan mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya pembangkitan listrik dan keberlanjutan finansial teknologi tersebut (ML et al., 2009).

Dalam konteks manajemen pelabuhan, kelayakan ekonomi berfokus pada penilaian kelayakan ekonomi dan manfaat penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan laut. Ini melibatkan evaluasi potensi penghematan biaya, peningkatan efisiensi, dan peluang pendapatan yang terkait dengan integrasi *Blockchain*. Penelitian oleh Jović et al. (2020) memberikan tinjauan komprehensif tentang dampak ekonomi dari pertukaran informasi berbasis *Blockchain* di sektor transportasi laut.

Kesimpulannya, melakukan analisis kelayakan yang komprehensif sangat penting untuk memastikan keberhasilan penerapan teknologi atau proyek. Mengevaluasi kelayakan teknis, kelayakan kelembagaan, kelayakan hukum, kelayakan lingkungan, kelayakan sosial, dan kelayakan ekonomi memungkinkan manajer proyek dan pengusaha untuk menilai kelayakan, mengidentifikasi potensi tantangan, dan membuat keputusan berdasarkan informasi. Analisis ini membantu mengurangi risiko, memastikan kepatuhan terhadap peraturan, dan memaksimalkan peluang implementasi yang berhasil.

Lebih lanjut, penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan maritim juga memerlukan pertimbangan yang cermat terhadap kelayakan teknis, kelayakan kelembagaan, kelayakan hukum, kelayakan lingkungan, kelayakan sosial, dan kelayakan ekonomi. Penelitian-penelitian terdahulu memberikan wawasan berharga tentang tantangan, peluang, dan pertimbangan yang terkait dengan penerapan teknologi *Blockchain* di industri pelabuhan laut.

### **3.9 Potensi Implementasi Blockchain pada Pelabuhan di Indonesia**

Kapidani et al. (2021) melakukan studi penelitian tentang tantangan penerapan teknologi *Blockchain* di industri maritim negara berkembang, dengan fokus di Montenegro dan Afrika Selatan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa para ahli Teknologi Informasi (TI) dan maritim dari negara-negara berkembang menganggap teknologi *Blockchain* sebagai teknologi yang mengganggu yang memiliki potensi implementasi dan implikasi pada industri maritim dan lainnya. Namun, mereka juga menunjukkan bahwa sumber daya dan infrastruktur yang terbatas, kurangnya kesadaran dan pemahaman, serta masalah peraturan adalah beberapa tantangan utama yang dihadapi dalam menerapkan teknologi *Blockchain* di industri maritim.

Indonesia sebagai negara berkembang, juga mengalami berbagai kendala pada manajemen pelabuhan. Dalam penelitian oleh Sudarsono (2022), diungkapkan berbagai



permasalahan penyebab tingginya *dwelling time* yang ditemukan di empat pelabuhan besar di Indonesia, yaitu:

- Pra-kliring yang panjang
- Proses pengurusan dokumen LARTAS cukup lama
- Tidak semua pihak baik *importir* dan *eksportir*, perusahaan pelayaran, bank dan pihak terkait menerapkan pelayanan 24/7 serta pelayanan belum optimal.
- Menetapkan jadwal pemeriksaan peti kemas dan pemeriksa dalam satu sistem serta informasi lokasi pemeriksaan fisik di dalam TPFT itu sendiri.
- Dir. Bea Cukai tidak memberikan data *cargo manifest* yang diterima ke instansi lain yang berkepentingan.
- Belum ada koordinasi yang lancar antara bea cukai dan karantina dan tidak sedikit produk telah *clear* tapi masih harus dikarantina.
- *Customs clearance* terlalu lama.
- Sarana dan prasarana seperti TPTF belum dimiliki oleh semua Pelabuhan.
- Kinerja proses pemeriksaan peti kemas jalur merah masih belum optimal.
- Ke empat pelabuhan yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian untuk pemasukan tanaman hortikultura tidak punya fasilitas karantina yang ditetapkan.
- Tindakan karantina belum dapat dilaksanakan secara optimal, termasuk menyimpan peti kemas di pelabuhan dalam waktu yang lama.

Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni et al. (2020) menghasilkan temuan bahwa terdapat kesenjangan antara ekspektasi kebijakan dan realisasi fasilitasi pelabuhan, yang disebabkan oleh birokrasi pemerintah yang tidak efisien, bea cukai, dan pengambilan keputusan strategis. Masalah-masalah ini disebabkan oleh kurangnya analisis kelayakan, pertimbangan perkembangan ekonomi lokal, dan adopsi standar teknologi yang terlambat.

Berbagai permasalahan tersebut dapat diatasi dengan implementasi *Blockchain* pada manajemen pelabuhan di Indonesia. Diperlukan sebuah kerangka konseptual yang komprehensif untuk dapat menilai sejauh mana kesiapan dan proses adopsi teknologi *Blockchain* tersebut pada industri maritim di Indonesia.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Industri maritim Indonesia siap mengalami pertumbuhan pada tahun 2023 berkat investasi besar-besaran pemerintah dalam infrastruktur dan industri galangan kapal. Upaya juga dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pelabuhan yang saat ini sangat tidak efisien. Meskipun demikian, ada beberapa tantangan yang dihadapi industri maritim Indonesia di tahun tersebut. Pertama, pelabuhan Indonesia mengalami Ketidakefisienan akibat peralatan usang, manajemen yang buruk, dan masalah korupsi. Kedua, kekurangan tenaga kerja terampil menjadi hambatan dalam pertumbuhan industri. Terakhir, Indonesia harus bersaing dengan negara lain, seperti China dan Vietnam, yang memiliki industri maritim yang kuat.

Teknologi *Blockchain* memiliki sejarah yang kaya dan terus berkembang dengan aplikasi yang beragam. Dalam manajemen rantai pasokan, pemanfaatan teknologi *Blockchain* memberikan visibilitas dan ketertelusuran yang lebih luas, meningkatkan keamanan data, memungkinkan penggunaan *smart contract*, dan memperbaiki tata kelola rantai pasokan.

Penerapan teknologi *Blockchain* di pelabuhan laut memiliki potensi untuk memberikan manfaat dalam keberlanjutan, efisiensi, transparansi, dan kepercayaan. Namun, masih terdapat beberapa tantangan yang harus diatasi. Faktor penentu keberhasilan implementasi *Blockchain* di industri maritim meliputi masalah regulasi, kepercayaan, interoperabilitas, dan standarisasi. Beberapa penelitian telah mengusulkan kerangka kerja dan aplikasi konkret *Blockchain* dalam

manajemen pengiriman, efisiensi lalu lintas kapal, serta pemantauan dan ketertelusuran kargo dan data. Namun, di negara berkembang, kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi *Blockchain* menjadi hambatan dalam implementasinya. Meskipun demikian, potensi aplikasi *Blockchain* dalam otomatisasi alur kerja dan transaksi, solusi kepercayaan antara rekanan, dan penciptaan *database* terbuka dan aman dengan *smart contract* di industri maritim menunjukkan potensi yang tinggi.

Penggunaan *smart technology* dalam manajemen pelabuhan telah membawa berbagai manfaat, termasuk peningkatan aktivitas pelabuhan, kinerja ekonomi, otomatisasi operasi, peningkatan pemanfaatan aset, dan visibilitas logistik yang lebih baik. *Smart technology* tersebut dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, termasuk GNSS, EDI, RFID, OCR systems, WSN, RTLS, dan perangkat seluler. Setiap kategori memiliki keuntungan dan kekurangan yang berbeda, seperti kemampuan untuk melakukan navigasi, otomatisasi proses, pelacakan dan identifikasi inventaris, pemantauan kondisi lingkungan, dan integrasi dengan teknologi lainnya.

*Smart contract*, sebagai komponen kunci dalam teknologi *Blockchain*, semakin diadopsi dalam manajemen pelabuhan laut. Dalam manajemen pelabuhan maritim, *smart contract* dapat mengurangi biaya administratif, meningkatkan keamanan dan transparansi, serta mendukung pengembangan *smart port* melalui digitalisasi dan otomatisasi operasi pelabuhan. Dengan manfaat ini, *smart contract* dapat digunakan dalam berbagai aspek logistik maritim seperti manajemen rantai pasokan, pengiriman barang, dan operasi terminal.

Implementasi teknologi *Blockchain* dalam pengelolaan pelabuhan laut menghadapi beberapa tantangan. Tantangan-tantangan ini termasuk lambatnya penerimaan teknologi *Blockchain*, biaya implementasi yang tinggi, kurangnya penelitian tentang implementasi *Blockchain* di industri maritim, masalah fragmentasi dan interoperabilitas, masalah keamanan dan privasi, serta resistensi terhadap perubahan dan hambatan budaya. Mengatasi tantangan ini memerlukan penanganan masalah khusus industri, melakukan lebih banyak penelitian, memastikan interoperabilitas, menerapkan langkah-langkah keamanan yang kuat, dan mengatasi resistensi terhadap perubahan melalui standardisasi dan keterlibatan pemangku kepentingan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan *Blockchain* di sektor maritim dan mengusulkan berbagai kerangka kerja konseptual untuk memandu penerapannya. Penelitian-penelitian tersebut memberikan wawasan berharga tentang manfaat dan tantangan potensial dalam memanfaatkan teknologi *Blockchain* di industri maritim.

Penulis menilai bahwa kerangka konseptual yang dibangun oleh Pu & Lam (2021) merupakan sebuah panduan komprehensif untuk mengimplementasikan *Blockchain* dalam manajemen pelabuhan. Kerangka kerja tersebut meliputi lima dimensi: fitur teknis *Blockchain*, manfaat komersial untuk industri maritim, area aplikasi di domain maritim, pemangku kepentingan yang terlibat, dan tantangan adopsi *Blockchain*. Analisis menunjukkan bahwa fitur teknis *Blockchain* berkontribusi pada keuntungan komersial, seperti proses ramping, digitalisasi dokumen, berbagi informasi, dan otomatisasi proses. Kerangka kerja tersebut juga mengidentifikasi area aplikasi dan pemangku kepentingan terkait. Namun, adopsi *Blockchain* dihadapkan pada tantangan hukum, teknologi, dan operasional dalam industri maritim. Dengan demikian, kerangka kerja konseptual ini memberikan wawasan yang komprehensif tentang implementasi *Blockchain* pada industri maritim.

Selain itu, diperlukan sebuah kerangka konseptual untuk menilai kesiapan implementasi suatu teknologi adalah dengan menggunakan analisis kelayakan. Pelaksanaan analisis kelayakan yang komprehensif sangat penting untuk memastikan keberhasilan penerapan teknologi atau proyek. Mengevaluasi kelayakan teknis, kelayakan kelembagaan, kelayakan hukum, kelayakan lingkungan, kelayakan sosial, dan kelayakan ekonomi memungkinkan berbagai pemangku

kepentingan untuk menilai kelayakan, mengidentifikasi potensi tantangan, dan membuat keputusan berdasarkan informasi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi *Blockchain* dianggap memiliki potensi implementasi dan implikasi pada industri maritim di negara-negara berkembang, termasuk di Montenegro, Afrika Selatan, dan Indonesia. Namun, tantangan yang dihadapi meliputi sumber daya terbatas, kurangnya kesadaran dan pemahaman, serta masalah peraturan. Di Indonesia, beberapa permasalahan dalam manajemen pelabuhan termasuk *dwelling time* yang tinggi dan kendala dalam proses pengurusan dokumen, koordinasi antar instansi, dan kurangnya sarana dan prasarana yang memadai. Birokrasi yang tidak efisien dan kurangnya analisis kelayakan juga menjadi faktor penghambat. Implementasi *Blockchain* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dan disarankan untuk menggunakan kerangka konseptual yang komprehensif serta kerangka analisis kelayakan untuk menilai kesiapan dan proses adopsi teknologi *Blockchain* dalam industri maritim di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, R., Besancenot, J., Bertelle, C., Duvallet, C., & Gilletta, F. (2023). An Extensive Preliminary Blockchain Survey from a Maritime Perspective. *Smart Cities*, 6(2), 846–877.
- Aejas, B., & Bouras, A. (2021). *Effective Smart contracts for Supply Chain Contracts*.
- Alahmadi, D. H., Baothman, F. A., Alrajhi, M. M., Alshahrani, F. S., & Albalawi, H. Z. (2021). Comparative analysis of blockchain technology to support digital transformation in ports and shipping. *Journal of Intelligent Systems*, 31(1), 55–69. <https://doi.org/10.1515/jisys-2021-0131>
- Alekseevich, K. A. (2022). Legal Regulation of Smart Contracts. *Rossijskoe Pravosudie*, 51, 87–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.37399/issn2072-909X.2022.SI.87-99>
- Alqarni, M. A., Alkathiri, M. S., Chauhdary, S. H., & Saleem, S. (2023). Use of Blockchain-Based *Smart contracts* in Logistics and Supply Chains. *Electronics*, 12(6), 1340.
- Bauk, S. (2022). Blockchain conceptual framework in shipping and port management. *Maritime Transport Conference*, 9.
- Chang, C. C., Lou, P. C., & Hsieh, Y. G. (2012). Indoor locating and inventory management based on RFID-Radar detecting data. *Journal of Applied Geodesy*, 6(1), 47–54.
- Chen, J., Huang, T., Xie, X., Lee, P. T.-W., & Hua, C. (2019). Constructing governance framework of a green and smart port. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(4), 83.
- Chen, X., Hu, W., Zhang, L., Shi, Z., & Li, M. (2018). Integration of low-cost GNSS and monocular cameras for simultaneous localization and mapping. *Sensors*, 18(7), 2193.
- Chin, A. C. (2020). Blockchain biology. *Frontiers in Blockchain*, 3, 606413.
- Christianto, B. S. (2023). *Risalah Kajian New Venture Creation*.
- Durán, C. A., Fernández-Campusano, C., Carrasco, R., Vargas, M., & Navarrete, A. (2021). Boosting the decision-making in smart ports by using blockchain. *IEEE Access*, 9, 128055–128068.
- Elmay, F. K., Salah, K., Jayaraman, R., & Omar, I. A. (2022). Using NFTs and blockchain for traceability and auctioning of shipping containers and cargo in maritime industry. *IEEE Access*, 10, 124507–124522.
- Haidine, A., Ait-Allal, A., Aqqal, A., & Dahbi, A. (2021). Networking layer for the evolution of maritime ports into a smart environment. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 251–257.
- Inamarine. (2023). *The prospects of Indonesia's Maritime Sector in 2023*. <https://inamarine-exhibition.net/why-indonesia/>
- Jamil, F., Shafiq, I., Sarwer, A., Ahmad, M., Akhter, P., Inayat, A., Shafique, S., Park, Y.-K., & Hussain, M. (2023). A critical review on the effective utilization of geothermal energy. *Energy & Environment*, 0958305X231153969.
- Jović, M., Tijan, E., Žgaljić, D., & Aksentijević, S. (2020). Improving maritime transport sustainability using blockchain-based information exchange. *Sustainability*, 12(21), 8866.
- Kapidani, N., Bauk, S., & Davidson, I. E. A. (2021). Developing Countries' Concerns Regarding Blockchain Adoption in Maritime. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(12), 1326.
- Kim, H., Kim, J., Jang, K., & Han, J. (2020). Are the blockchain-based patents sustainable for increasing firm value? *Sustainability*, 12(5), 1739.

- Kithsiri, U. G., Fernando, S. K. A., Srilal, L., Gunawardana, P., Wimalasiri, T. S. N., Jayawardena, D. S., Abeyweera, R., & Senanayake, N. S. (2014). Feasibility of Power Generation from MSW by Plasma Gasification Technology: A Case Study in Sri Lanka. *SRI LANKA ENERGY MANAGERS ASSOCIATION*, 14.
- Kornienko, O. P. (2023). Trends Of Digital Technologies In Maritime Management. *Scientific Opinion: Economics and Management*, 83(1), 51–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.32782/2521-666X/2023-81-6>
- Kumar, M., Kumar, L., Jai, & Sharma, Y. (2023). MedBust: Blockchain in Pharmaceutical Supply Chain. *Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management*, 07(01). <https://doi.org/https://doi.org/10.55041/IJSREM17562>
- Larrier, J. H. (2021). A brief history of blockchain. *Transforming Scholarly Publishing With Blockchain Technologies and AI*, 85–100.
- Li, Y., & Zhu, L. (2015). A General Framework Protocol for Indoor and Outdoor Location-Based Service. 2015 *International Conference on Intelligent Systems Research and Mechatronics Engineering*, 330–336.
- Liu, F., & Zhao, J. (2023). Design and Conception of Will Notarization System Based on Ethereum. *BCP Business & Management*, 38(SE-Articles), 540–549. <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v38i.3737>
- Liu, J., Zhang, H., & Zhao, H. (2021). Blockchain technology investment and sharing strategy of port supply chain under competitive environment. *Journal of Systems Science and Information*, 9(3), 280–309.
- Magd, H., Ansari, M. S. A., & Negi, S. (2023). Impact of Blockchain Technology on Operations and Supply Chain Management Performance. *1st International Conference on Innovation in Information Technology and Business (ICIITB 2022)*, 22–35.
- Metcalfe, W. (2020). Ethereum, smart contracts, DApps. *Blockchain and Crypt Currency*, 77.
- Min, H. (2022). Developing a smart port architecture and essential elements in the era of Industry 4.0. *Maritime Economics & Logistics*, 24(2), 189–207.
- ML, G., JS, H., & DC, H. (2009). A Study in Process Modeling of the Startup of Fuel Cell/Gas Turbine Hybrid Systems. *ENERGY & FUELS*, 23(netltp-2451).
- Nakagawa, M., Kamio, T., Yasojima, H., & Kobayashi, T. (2016). Geofencing-based localization for 3D data acquisition navigation. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 41, 319–324.
- Panthi, K. K. (2016). *Turnkey Contract-A Management Challenge under Himalayan Geological Condition*.
- Park, A., & Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726.
- Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., & Koh, S. C. L. (2020). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2063–2081.
- Pöyhönen, J., Simola, J., & Lehto, M. (2023). Basic Elements of Cyber Security for a Smart Terminal Process. *The Proceedings of the... International Conference on Cyber Warfare and Security*.
- Pu, S., & Lam, J. S. L. (2021). Blockchain adoptions in the maritime industry: A conceptual framework. *Maritime Policy & Management*, 48(6), 777–794.
- Qian, J. (2022). Application of Beidou high-precision positioning in high-rise building monitoring. *2nd International Conference on Artificial Intelligence, Automation, and High-Performance Computing (AIAHPC 2022)*, 12348, 929–935.
- Retscher, G., & Fu, Q. (2007). Integration of RFID, GNSS and DR for ubiquitous positioning in pedestrian navigation. *Proceedings of the 20th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2007)*, 1155–1164.
- Rogerson, M., & Parry, G. C. (2020). Blockchain: case studies in food supply chain visibility. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 601–614.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117–2135.
- Samanta, A. K., Sarkar, B. B., & Chaki, N. (2021). A blockchain-based smart contract towards developing secured university examination system. *Journal of Data, Information and Management*, 3, 237–249.
- Serra, P., Fancello, G., Tonelli, R., & Marchesi, L. (2022). Application Prospects of Blockchain Technology to Support the Development of Interport Communities. *Computers*, 11(5), 60.
- Simó-Solsona, M., Palumbo, M., Bosch, M., & Fernandez, A. I. (2021). Why it's so hard? Exploring social barriers for the deployment of thermal energy storage in Spanish buildings. *Energy Research & Social Science*, 76, 102057.

- Sudarsono, D. P. (2022). Hasil Investigasi Ombudsman Indonesia Tentang Dwelling Time di Empat Pelabuhan Besar Indonesia. *Binamulia Hukum*, 11(1), 43–58.
- Sun, Z., & Xia, Y. (2022). Study on Structural Health Monitoring and Damage Detection in the Field of Civil Engineering. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 10, 92–98.
- Supriadi, I., Prasetyo, H. D., & Suprihandari, M. D. (2020). The effect of applying blockchain to the accounting and auditing. *Illomata International Journal of Tax & Accounting*, 1(3), 161–169.
- Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.
- Wahyuni, S., Taufik, A. A., & Hui, F. K. P. (2020). Exploring key variables of port competitiveness: evidence from Indonesian ports. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 30(5), 529–553.
- Waikar, A., Nikam, Y., Chaudhari, N., & Pansare, D. J. R. (2021). Blockchain and Supply Chain Management. *Blockchain and Supply Chain Management*, December, 1–254. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89934-5.01001-1>
- Wang, S., Zhen, L., Xiao, L., & Attard, M. (2021). Data-driven intelligent port management based on blockchain. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 38(03), 2040017.
- Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 62–84.
- Williams, P. A., Simpson, N. P., Totin, E., North, M. A., & Trisos, C. H. (2021). Feasibility assessment of climate change adaptation options across Africa: an evidence-based review. *Environmental Research Letters*, 16(7), 73004.
- Willingham, A. L., & Herriott, T. M. (2020). *Photogrammetry-Derived Digital Surface Model and Orthoimagery of Slope Mountain, North Slope, Alaska, June 2018*.
- Xiao, L., Si, C., Ye, X., Zhang, B., & Qin, G. (2022). Analysis of the influence caused by UPD on GNSS positioning using SDCP measurements. *International Conference on Computer Application and Information Security (ICCAIS 2021)*, 12260, 299–304.
- Yang, Y.-J., & Hwang, J.-C. (2020). Recent development trend of blockchain technologies: A patent analysis. *International Journal of Electronic Commerce Studies*, 11(1), 1–12.
- Yau, K.-L. A., Peng, S., Qadir, J., Low, Y.-C., & Ling, M. H. (2020). Towards smart port infrastructures: Enhancing port activities using information and communications technology. *Ieee Access*, 8, 83387–83404.
- Yavuz, E. (2022). Comparison of Different Brands of Geodetic GNSS Receivers According to Horizontal Accuracies. *Usak University Journal of Engineering Sciences*, 5(1), 68–77.
- Zelenkov, G. A., & Lisafeeva, V. V. (2019). Application Of Technology Blocksines In The Transport Of Containers Through The Port Of Novorossiysk. *Economic Vector*, 19(4), 22–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.36807/2411-7269-4-19-22-28>
- Zheng, W., Zheng, Z., Chen, X., Dai, K., Li, P., & Chen, R. (2019). Nutbaas: A blockchain-as-a-service platform. *Ieee Access*, 7, 134422–134433.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2020). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. *Future Generation Computer Systems*, 105, 475–491.
- Zhou, Y., Soh, Y. S., Loh, H. S., & Yuen, K. F. (2020). The key challenges and critical success factors of blockchain implementation: Policy implications for Singapore's maritime industry. *Marine Policy*, 122, 104265.