



COJ (Coastal and Ocean Journal)

e-ISSN: 2549-8223

Journal home page: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/coj>;
email: journal@pksplipb.or.id

KESIAPAN IMPLEMENTASI *SMART PORT* DI INDONESIA

READINESS IMPLEMENTATION OF *SMART PORT* IN INDONESIA

Roni Alfiansyah Ritonga¹, Nurdin Ahmadi², Tridoyo Kusumastanto², Ruddy Suwandi², Sinta Hasriningtyas², Heru Arafat², Agus Soleh², Sri Rahardjo Suwito³

¹Universitas Indonesia

²Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB University

³ITL Trisakti

*Corresponding author: roni.alfiansyah@ui.ac.id

ABSTRAK

Sistem logistik di Indonesia dihadapkan pada masalah biaya logistik yang tinggi yaitu sebesar 24% dari PDB (Ahmadi, 2021), dengan nilai *logistic performance index* (LPI) tahun 2018 sebesar 3,15 dari skala 1-5 (World Bank, 2021). Oleh karena itu sektor pelabuhan sebagai salah satu titik simpul logistik terus melakukan perbaikan, salah satunya dengan penerapan digitalisasi. Proses implementasi digitalisasi sudah dimulai dimasing-masing pelabuhan maupun secara nasional dengan inaportnet, simlala, simpadu dan *national logistic ecosystem* (NLE), penelitian ini dilakukan dengan metode survei persepsi pada seluruh peserta pelatihan Ahli Kepelabuhanan Indonesia. Angkatan ke-32 tahun 2020, dengan pertanyaan-pertanyaan yang mengacu pada kriteria-kriteria penilaian *Digital Readiness Index for Ports* (DRIP) yang dikembangkan oleh Connect2SmallPorts. Hasil penelitian didapatkan bahwa responden menyatakan bahwa kesiapan digitalisasi pelabuhan berada pada tingkatan cukup dengan skor nilai 3,9 dari skala 1-6. Dari 4 (empat) aspek yang dinilai yaitu aspek (1) manajemen sumberdaya manusia, (2) tingkat kegunaan/fungsionalitas teknologi informasi (TI), (3) tingkat penggunaan TI dan (4) tingkat penggunaan sumber informasi TI/digitalisasi pelabuhan, aspek sumberdaya manusia (SDM) memiliki skor nilai terendah yaitu 3,6 yang berada pada tingkatan cukup. Ini menunjukkan perlu adanya upaya dari kita bersama untuk mendorong peningkatan baik dari sisi jumlah dan kualitas sumberdaya manusia yang memiliki kemampuan TI/digitalisasi di pelabuhan.

Kata Kunci: port pintar, digitalisasi, biaya logistik, port

ABSTRACT

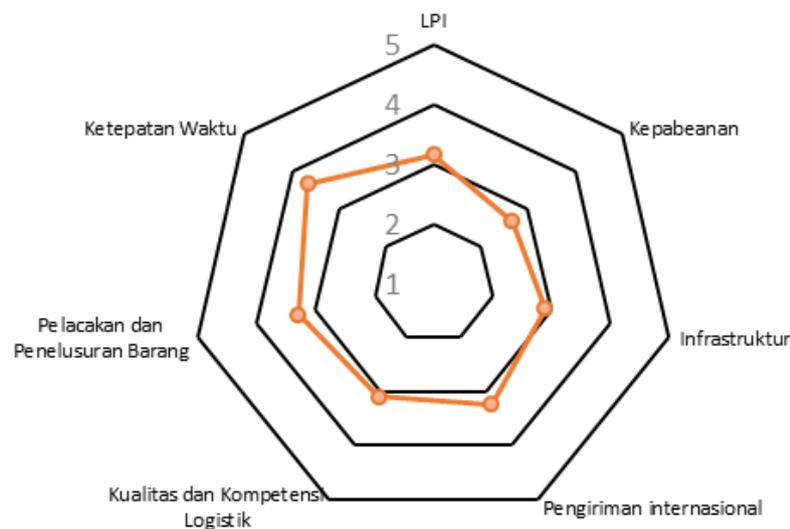
The logistics system in Indonesia is faced with the problem of high logistics costs, which is 24% of GDP, with a logistic performance index (LPI) in 2018 of 3.15 from a scale of 1-5 (World Bank, 2021). Therefore, the port sector as one of the logistics node points continues to make improvements, one of which is the application of digitization. The process of implementing digitization has begun at each port and nationally with inaportnet, simlala, simpadu and the national logistics ecosystem (NLE), this research was carried out using the perception survey method for all Indonesian Port Expert training participants. The 32nd batch of 2020, with questions referring to the Digital Readiness Index for Ports (DRIP) assessment criteria developed by Connect2SmallPorts. From the results of this study, it was found that the respondents stated that the readiness of port digitization was at a sufficient level with a score of 3.9 from a scale of 1-6. Of the 4 (four) aspects assessed, namely (1) human resource management, (2) the level of usefulness/functionality of information technology (IT) at the port, (3) the level of use of IT at the port and (4) the level of use of IT information resources/ port digitalization, the human resources (HR) aspect has the lowest score of 3.6 which is at a sufficient level. This shows the need for efforts from us together to encourage an increase both in terms of the number and quality of human resources with IT/digitalization capabilities at ports.

Keywords: smart port, digitization, logistics fee, port

Article history: Received 18/01/2022; Received in revised from 08/03/2022; Accepted 20/04/2022

1. PENDAHULUAN

Logistic performance index (LPI) merupakan suatu perangkat acuan bagi negara dalam mengidentifikasi tantangan serta kesempatan yang dihadapi pada peningkatan performa logistiknya serta memahami cara untuk meningkatkan performa tersebut. Indeks Performa Logistik dievaluasi berdasarkan 6 aspek, yaitu efisiensi proses bea cukai, kualitas infrastruktur, efisiensi pengiriman internasional, kinerja logistik, kemampuan penelusuran serta pelacakan logistik juga ketepatan waktu pengiriman. Nilai LPI Indonesia pada tahun 2018 sebesar 3,15 untuk skala 1-5, dengan nilai terendah ada pada kualitas *custom* (bea cukai) yaitu 2,67 lalu di susul oleh kualitas infrastruktur dengan nilai 2,89, sedangkan untuk kualitas *tracking* dan *tracing* masing masing bernilai 3,30 dan 3,57, lalu untuk kualitas *international shipment* dan *logistic competence* masing-masing bernilai 3,23 dan 3,10. sebagaimana dapat dilihat pada **Gambar 1**. Infrastruktur pelabuhan Indonesia berada pada urutan ke 75 pada tahun 2018.



Gambar 1. LPI Indonesia Tahun 2018 (sumber: World Bank, 2021)

Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan R.I mengungkapkan Permasalahan utama yang dihadapi oleh Indonesia dalam bidang kepelabuhanan antara lain adalah sebagai berikut (Ahmadi, 2021):

1. Arus petikemas masih di dominasi oleh empat pelabuhan utama di Indonesia, yaitu Pelabuhan Tj. Priok, Pelabuhan Belawan, Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Makassar, sedang pelabuhan petikemas lainnya belum mampu bersaing dan masih terjadi ketimpangan muatan dalam arus petikemas domestik antara wilayah barat dan timur Indonesia.
2. Berdasarkan *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific* (2021), penerapan smart port terbaik di dunia berada pada 6 negara yaitu China, Jerman, Korea Selatan, Singapura, Belanda, dan Amerika Serikat. Dalam menghadapi Revolusi Industri 4,0, pelabuhan-pelabuhan di Indonesia diharapkan dapat menerapkan konsep pelabuhan cerdas untuk menunjang kinerja Pelabuhan. Indonesia sebagai negara maritim yang besar harus memberdayakan transportasi laut secara maksimal untuk menjaga ketersediaan logistik di seluruh daerah. Selain itu peringkat indeks daya saing global Indonesia dalam laporan World Economic

Forum (WEF) turun dari peringkat 45 dari 140 negara pada tahun 2018 menjadi peringkat 50 dari 141 negara pada tahun 2019. Indonesia menempati urutan ke-4 di ASEAN setelah Singapura (1), Malaysia (27) dan Thailand (40), dan jika dibandingkan dengan Singapura yang menempati posisi pertama dalam daya saing global, Indonesia masih tertinggal di hampir seluruh komponen daya saing, kecuali komponen stabilitas makroekonomi dan ukuran ekonomi.

3. Hanya sedikit yaitu sebesar 23% jaringan pelayaran yang terhubung membentuk jaringan *loop*.
4. Biaya transportasi *hinterland* masih sangat tinggi yaitu 50% dari seluruh total biaya transportasi (Setijadi, Chairman Supply Chain Indonesia, 2021). Berdasarkan analisis perhitungan UNCTAD, yang mana rata-rata waktu yang dihabiskan oleh kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan Indonesia oleh setiap kapal adalah 1,62 hari. Dengan data yang demikian, maka waktu Indonesia jauh lebih lama dari Singapura (0,91 hari), Malaysia (1,42 hari), dan Thailand (1,32 hari). Khusus kapal kontainer, rata-rata waktu yang dihabiskan di pelabuhan di Indonesia selama 1,09 hari, sementara Singapura 0,77 hari, Thailand 0,79 hari, dan Malaysia 0,76 hari. Biaya pelabuhan sebesar 30 persen adalah berasal dari biaya transportasi (end-to-end).
5. Dalam implementasi digitalisasi pelabuhan, masih ada ketidaksamaan *platform* dan standar operasional prosedur di masing-masing pelabuhan. Digitalisasi pelabuhan telah diimplementasikan di pelabuhan-pelabuhan besar di Indonesia. Saat ini di Indonesia terdapat 5 pelabuhan yang mulai menerapkan konsep *smart port* yaitu Pelabuhan Kuala Tanjung, *Dryport* Cikarang, Pelabuhan Tanjung Priok, Terminal Petikemas Semarang, dan Terminal Teluk Lamong. Pelabuhan-pelabuhan tersebut sudah menjalankan proses operasional, bisnis (pembayaran) dan komunikasi dengan menggunakan teknologi digital dan internet.

Dalam rangka mengatasi berbagai permasalahan yang ada tersebut, maka dibutuhkan sebuah inovasi, yaitu penggunaan teknologi informasi, digitalisasi sistem operasional dan proses bisnis kepelabuhanan. Hal ini juga dalam rangka mendorong implementasi industri 4.0 di sektor kepelabuhanan. Maka konsep *smart port* menjadi salah satu inovasi yang memungkinkan untuk di terapkan di Indonesia.

Pelabuhan cerdas (*smart port*) dapat didefinisikan sebagai pelabuhan yang sepenuhnya otomatis dimana semua perangkat atau disebut juga *internet of things* (IoT) pelabuhan cerdas. Jaringan sensor dan aktuator pintar, perangkat nirkabel, dan pusat data merupakan infrastruktur utama dari *smart port*, yang memungkinkan otoritas pelabuhan memberikan layanan dengan lebih cepat dan efisien (Yang *et al.*, 2018).

Pelabuhan terus mengikuti perkembangan teknologi dari generasi ke generasi, pada era tahun 2010 sampai dengan saat ini, dapat dikategorikan sebagai generasi pelabuhan kelima yaitu generasi *smart port* yang memiliki ciri sebagai berikut (Molavi *et al.*, 2020):

- Tenaga kerja yang memiliki kompetensi dan pendidikan yang baik (*Skilled and well-educated workforce*)
- Memiliki infrastruktur dan sistem otomatis yang cerdas
- Mengembangkan berbagai pengetahuan
- Optimisasi operasional pelabuhan
- Memiliki ketahanan (*resiliency*) dalam menjalankan pelabuhan
- Menjamin pelaksanaan pembangunan berkelanjutan
- Menjamin aktivitas yang mengedepankan keselamatan dan keamanan

Pendapat lain terkait dengan generasi terakhir pelabuhan yaitu pelabuhan dengan tujuan utamanya adalah terpusat pada pelanggan dan komunitas dengan ciri-ciri sebagai berikut (Yau *et al.*, 2020):

- pelayanan jasa yang telah menggunakan aplikasi *smart port*, seperti manajemen kapal dan petikemas
- penggunaan teknologi seperti pusat data, jaringan dan sistem komunikasi serta otomatisasi di pelabuhan
- penggunaan teknologi berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca
- manajemen kluster seperti kluster pengiriman
- pengembangan infrastruktur penghubung untuk mendorong kolaborasi antar pelabuhan yang berbeda lainnya.

Pengertian lainnya terkait dengan tingkatan perkembangan pelabuhan saat ini, bahwa pelabuhan disebut sebagai *smart port* jika pelabuhan telah terhubung dalam lingkungan internal pelabuhan tersebut dan juga terhubung ke seluruh pelabuhan-pelabuhan lainnya di dunia (Philipp, 2020). Pelabuhan cerdas dapat didefinisikan sebagai pelabuhan yang memastikan tidak ada pemborosan ruang, waktu, uang, dan sumberdaya alam. Pelabuhan masa depan diharapkan menggunakan 100% energi listrik yang bebas emisi secara lokal, dan mampu memproses lebih banyak jasa penanganan (bongkar/muat) barang dan jasa pelayanan kapal dalam waktu yang lebih singkat. Berikut ini beberapa hal penting yang mendorong adaptasi dari teknologi pelabuhan cerdas (ADB, 2020):

- menggunakan teknologi cerdas untuk meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan
- penggunaan teknologi yang lebih baik seperti sensor-sensor, untuk melakukan penilaian dalam perawatan dalam rangka meminimalisasi biaya operasional
- memiliki ketahanan dalam bisnis, contohnya penggunaan keamanan siber dan peningkatan kompetensi sumberdaya manusia (SDM) pelabuhan
- meningkatkan keamanan dan keselamatan di pelabuhan dengan berbagai teknologi
- melakukan efisiensi penggunaan energi
- mengembangkan sistem manajemen lingkungan dengan berbagai teknologi yang ada saat ini.

Dari berbagai permasalahan kepelabuhanan dan kinerja logistik Indonesia yaitu antara lain:

- Pelabuhan Indonesia saat ini hanya memiliki 4 buah pelabuhan besar dan masih terjadi ketimpangan kualitas produksi dan kualitas layanan pelabuhan antara wilayah timur dan barat Indonesia.
- Daya saing pelabuhan Indonesia yang pada umumnya rendah jika dibandingkan dengan rata-rata dunia, sebagai gambaran salah satu indikator daya saing adalah draft (kedalaman), pelabuhan container di Indonesia saat ini memiliki draft paling tinggi 12 meter (pel. Tanjung Priok) sedangkan rata-rata dunia sudah mencapai 15 meter.
- kurangnya pemanfaatan teknologi informasi dan digitalisasi dalam proses bisnisnya, dan jika sudah menerapkan digitalisasi namun pelabuhan-pelabuhan di Indonesia belum terkoneksi secara baik karena perbedaan platform teknologinya.

Melihat beberapa permasalahan tersebut, penerapan konsep digitalisasi dan *smart port* di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan daya saing pelabuhan di Indonesia. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian terkait dengan kesiapan implementasi *smart port* di Indonesia.

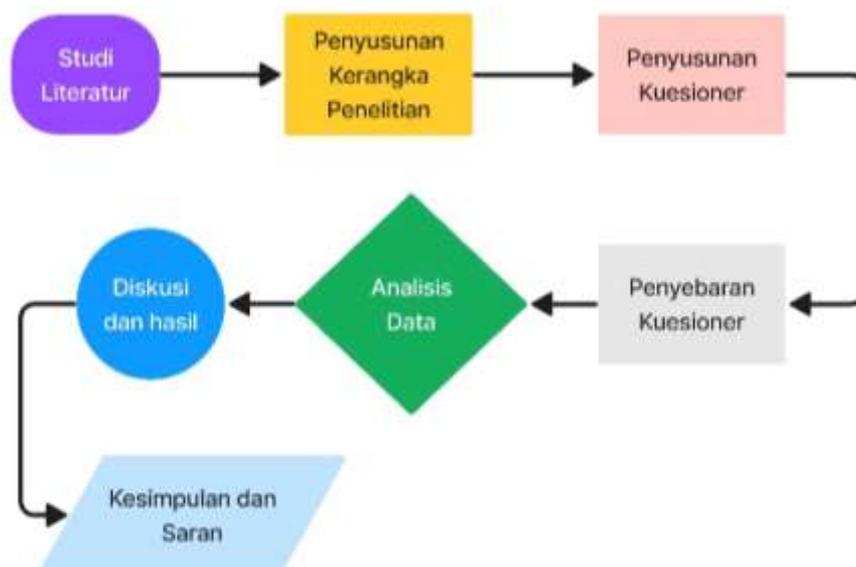
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan kesiapan implementasi digitalisasi pelabuhan (*smart port*) di Indonesia yang dilihat dari berbagai aspek. Pengukuran kesiapan implementasi digitalisasi pelabuhan menggunakan aspek-aspek dan kriteria *Digital Readiness Index for Ports* (DRIP) yang dikembangkan oleh Connect2SmallPorts. DRIP terdiri atas 5 (lima) aspek utama dan terdiri dari 46 indikator-indikator. Aspek-aspek tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aspek Manajemen
2. Aspek Sumberdaya manusia
3. Aspek Fungsionalitas Teknologi Informasi/digitalisasi
4. Aspek Penggunaan Teknologi dan
5. Aspek Sumber Informasi digitalisasi pelabuhan

Berikut secara rinci indikator-indikator yang telah disusun dan disesuaikan dengan kondisi di Indonesia berdasarkan DRIP, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan data primer dari survei berdasarkan kuisioner dengan pertanyaan-pertanyaan yang mengacu pada kriteria-kriteria DRIP yang telah dimodifikasi. Responden dalam penelitian ini adalah peserta Pelatihan Ahli Kepelabuhanan Indonesia Angkatan 32 tahun 2020 sebanyak 45 responden. Para peserta diminta untuk mengisi kuisioner yang telah dibuat secara sukarela. Alur penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Alur Proses Studi

Tabel 1. Aspek Dan Indikator-indikator *Smart Port*

Aspek	No	Indikator	
Aspek Manajemen	1	Implementasi strategi digitalisasi yang terdiri atas aturan, standar, kode etik, indikator keberhasilan dll	
	2	Implementasi model bisnis digital di pelabuhan	
	3	Kerjasama inovasi dalam digitalisasi	
	4	Investasi pada digitalisasi	
Aspek Sumberdaya Manusia	5	Jumlah SDM dengan pengetahuan dan kerampilan teknologi informasi (digitalisasi)	
	6	Kemampuan dalam infrastruktur informasi dan teknologi (IT)	
	7	Kemampuan dalam teknologi otomatisasi	
	8	Kemampuan dalam analisis data	
	9	Kemampuan dalam keamanan data dan komunikasi	
	10	Kemampuan dalam aplikasi <i>assistance system</i>	
	11	Kemampuan dalam kolaborasi perangkat lunak	
	12	Kemampuan dalam hal non-teknis seperti <i>systems thinking and process understanding</i>	
	13	Keberadaan kegiatan pendidikan/training IT dan literasi digital	
	14	Tingkat kecukupan materi training dan pendidikan IT yang ada	
	Aspek Tingkat kegunaan/fungsionalitas TI di pelabuhan	15	Integrasi komunikasi infrastruktur
		16	Informasi terkait dengan status pengangkutan (<i>shipment</i>)
		17	Informasi <i>on-time</i> (tepat waktu)
18		Tingkat kesesuaian operasional dan kondisi riil dilapangan	
19		Proses adaptasi di pelabuhan dalam rangka kepuasan/kebutuhan pelanggan	
20		Keamanan data dan komunikasi	
Aspek Tingkat Penggunaan Teknologi Pelabuhan	21	Sistem cerdas <i>enterprise resources planning</i> (ERP)	
	22	Sistem cerdas <i>warehouse management system</i> (WMS)	
	23	Sistem cerdas <i>port community system</i> (PCS) (termasuk <i>electronic SCM System</i>)	
	24	Platform komunikasi berbasis web	
	25	Akses data melalui ponsel/gawai bagi konsumen	
	26	Akses data melalui ponsel/gawai bagi pelanggan	
	27	<i>Internet of things</i> (komunikasi antar mesin)	
	28	Komputasi awan	
	29	Teknologi untuk menentukan lokasi (GPS, RFID, dll)	
	30	Penggunaan sensor-sensor (kelembaban, suhu, dll)	
	31	Big data dan Analisis prediksi (untuk perawatan dll)	
	32	<i>Blockchain</i> (termasuk kontrak cerdas, dll)	
	33	Kecerdasan buatan (<i>artificial intelligence/AI</i>)	
	34	<i>Robotics</i>	
	35	<i>Drones</i>	
	36	Solusi Otonom (Terminal, crane, kendaraan)	
37	<i>Digital Twinning, Augmented dan Virtual Reality</i>		
Aspek Sumber mendapatkan Informasi Digitalisasi Pelabuhan	38	Jaringan personal	
	39	Media cetak	
	40	Internet	
	41	Sosial media	
	42	Pameran	
	43	Konferensi	
	44	Asosiasi	
	45	Konsultasi	
	46	Lembaga ilmiah	

Sumber: (Connect2SmallPorts within the Frame of the South Baltic Programme Target Group: Small and Medium-Sized Seaports of the South Baltic Sea Region, 2019).

Hasil kuesioner dianalisis dengan menggunakan analisis diskriptif kuantitatif. Hasil kuesioner dinilai dengan interval kelas pada masing-masing aspek dimana dalam penelitian ini ada 5 aspek utama dalam menilai kesiapan digitalisasi pelabuhan. Nilai interval ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai rentang interval} = \frac{\text{Total skor tertinggi} - \text{Total skor terendah}}{\text{Jumlah kriteria pernyataan}}$$

Sehingga didapatkan nilai interval kategori sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kategori Skala

Skala	Kategori
1,00 - 1,83	Belum siap/ada
1,84 - 2,67	Sangat Kurang
2,68 - 3,51	Kurang
3,52 - 4,35	Cukup
4,36 - 5,19	Baik
5,20 - 6,00	Sangat Baik

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Hasil

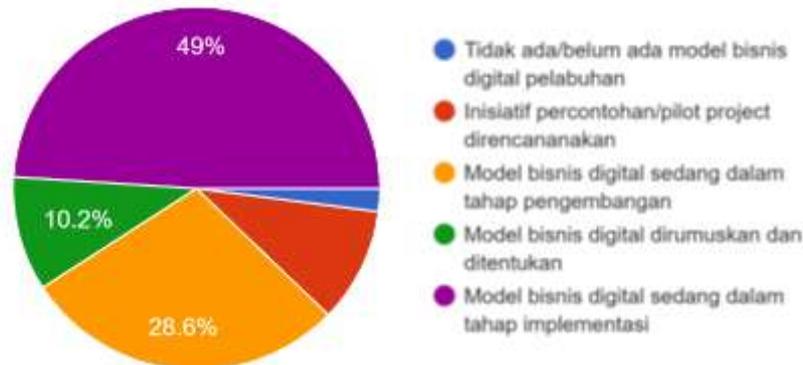
Dalam penelitian ini dibagi dalam lima kelompok aspek utama. Aspek pertama yaitu aspek manajemen yang terdiri atas beberapa indikator. Indikator pertama adalah terkait dengan implementasi strategi digitalisasi pelabuhan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sebanyak 49% responden menyatakan bahwa strategi digitalisasi pelabuhan berada pada tahap implementasi, 37% menyatakan strategi digitalisasi dalam tahapan perumusan pengembangan, dan sebanyak 16 % strategi dalam inisiatif percontohan. Secara jelas dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Strategi Implementasi Digitalisasi

Indikator selanjutnya dari aspek manajemen adalah indikator implementasi model bisnis digital di pelabuhan, dari **Gambar 4** dapat dilihat bahwa responden menyatakan bahwa model bisnis digital di pelabuhan sedang dalam tahap implementasi, sedangkan 28% responden menyatakan bahwa model bisnis digital sedang dalam tahap

pengembangan, dan 10,2% responden menyatakan bahwa model bisnis digital sudah dirumuskan.



Gambar 4. Diagram Implementasi Model Bisnis Digital Di Pelabuhan

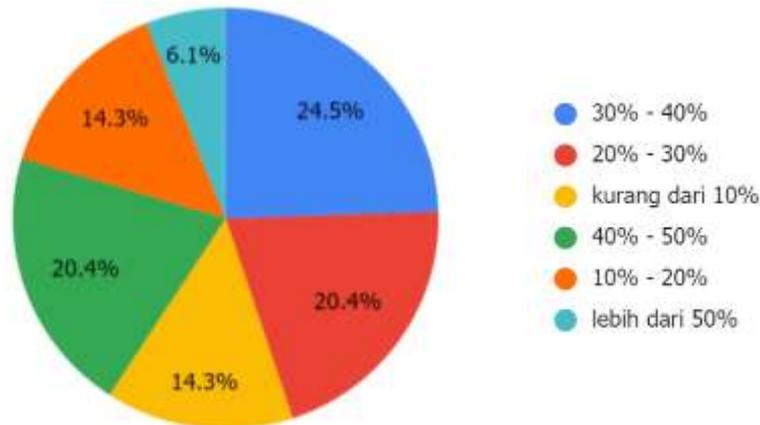
Indikator manajemen selanjutnya adalah indikator kerjasama inovasi digital, berdasarkan hasil studi didapatkan bahwa sebanyak 24% responden menyatakan bahwa telah dilakukan inisiatif *pilot project* untuk Kerjasama inovasi digital, 32% responden menyatakan bahwa kerjasama inovasi sedang dalam tahapan implementasi, secara lengkap dapat dilihat pada diagram yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Indikator Kerjasama Inovasi Digitalisasi Pelabuhan

Indikator terakhir dari aspek manajemen adalah indikator investasi pada kegiatan digitalisasi di pelabuhan, dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa sebanyak 24,5% menyatakan bahwa besaran investasi dari total investasi, untuk mendukung digitalisasi pelabuhan berkisar antara 30% - 40%. Selanjutnya sebanyak 6,1% telah melakukan investasi lebih dari 50% dari total investasi untuk mengimplementasikan digitalisasi pelabuhan. Secara rinci hasil responden dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Selanjutnya total skor pada aspek manajemen sebesar 3,7 yang artinya responden menyatakan bahwa manajemen perusahaan dalam tingkatan cukup dari skala 1-6 untuk kesiapan implementasi digitalisasi pelabuhan, sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 3**. Dari tabel tersebut terlihat bahwa responden menyatakan bahwa investasi pada pengembangan digitalisasi di pelabuhan masih pada level kurang dengan nilai skor 3,4.



Gambar 6. Diagram Besaran Investasi Digitalisasi Dari Total Investasi Pengembangan Pelabuhan

Tabel 3. Skor Penilaian Aspek Manajemen Dalam Mendukung Digitalisasi Pelabuhan

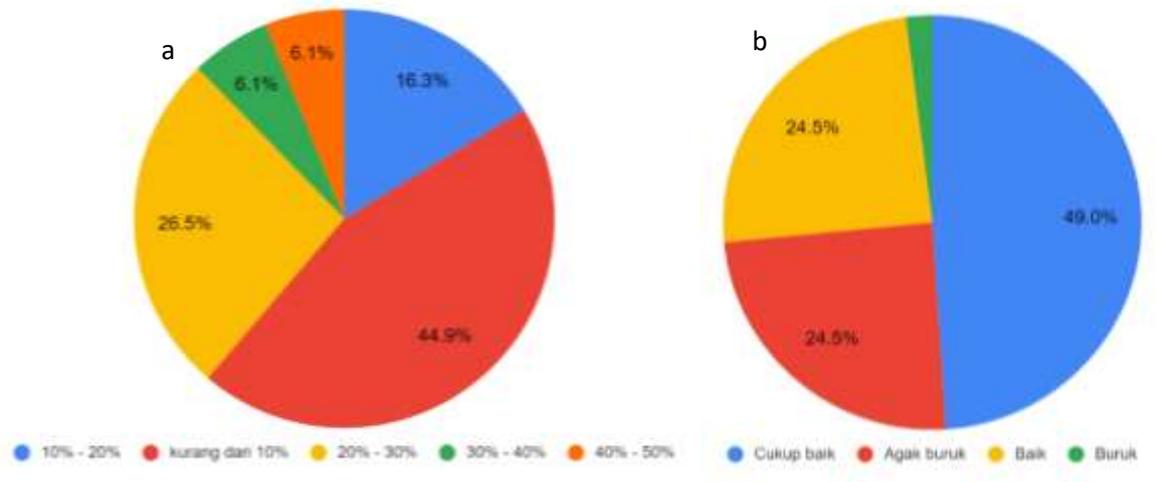
Nomer	Indikator	Rata-rata	Kesimpulan
1	Implementasi strategi digitalisasi yang terdiri atas aturan, standar, kode etik, indikator keberhasilan dll)	3,9	Cukup
2	Implementasi model bisnis digital	3,9	Cukup
3	Kerjasama inovasi dalam digitalisasi	3,6	Cukup
4	Investasi pada digitaliasasi	3,4	Kurang
Rata-rata		3,7	Cukup

Aspek utama selajutnya adalah kesiapan sumberdaya manusia dalam pelaksanaan digitaliasasi pelabuhan. Ada beberapa indikator pada aspek ini, pertama adalah besaran pegawai/karyawan yang memiliki *skill* atau berlatar belakang TI. Dari penelitian ini didapatkan bahwa sebesar 44,9% responden menyatakan bahwa karyawan yang memiliki *skill*/berlatar belakang TI di perusahaan kurang dari 10%. Selanjutnya sebesar 25% responden menyatakan bahwa terdapat 20%-30% karyawan berkemampuan IT. Secara rinci mengenai kondisi karyawan di pelabuhan yang berskill TI dapat dilihat pada **Gambar 7a**.

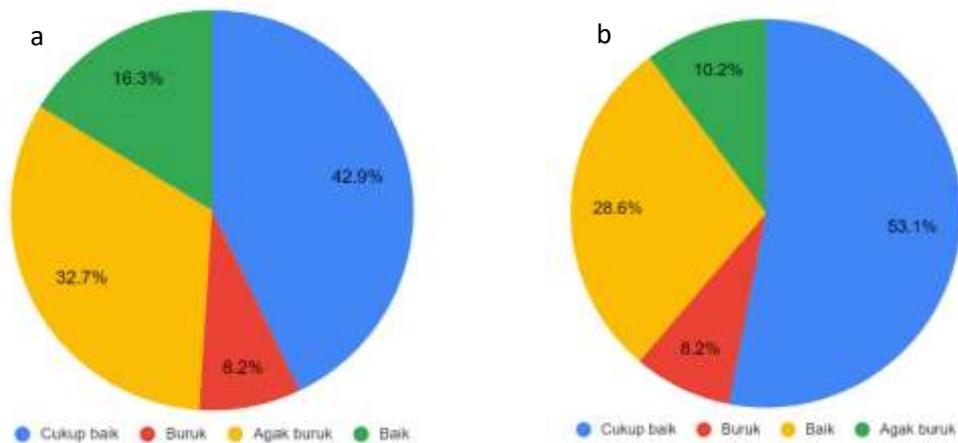
Berdasarkan pada **Gambar 7b**, terlihat bahwa kondisi pelabuhan terkait dengan kemampuan infrastruktur TI, sebesar 49% menyatakan cukup, cukup baik sebesar 49%, baik sebesar 24,5%, agak buruk 24,5% dan sisanya menyatakan buruk.

Gambar 8a menunjukkan pernyataan responden terkait kondisi SDM di pelabuhan dalam kaitan terhadap kemampuan penguasaan teknologi otomasi terdistribusi, sebesar 42,9% menyatakan cukup baik, agak buruk sebesar 32,7%, baik sebesar 16,3% dan sisanya sebesar 8.2 menyatakan buruk.

Persentase SDM terkait dengan kemampuan karyawan/SDM di pelabuhan dalam hal analisis data, dapat dilihat pada **Gambar 8b**, sebesar 53,1% responden menyatakan bahwa SDM yang ada memiliki kemampuan analisis data yang cukup baik, sebesar 28,6% menyatakan baik dan sisanya masing-masing 10,2% dan 8,2% menyatakan agak buruk dan buruk.



Gambar 7. Diagram Persentase Karyawan Yang Memiliki (a) Skill TI di Pelabuhan dan (b) Kemampuan Dalam Infrastruktur TI

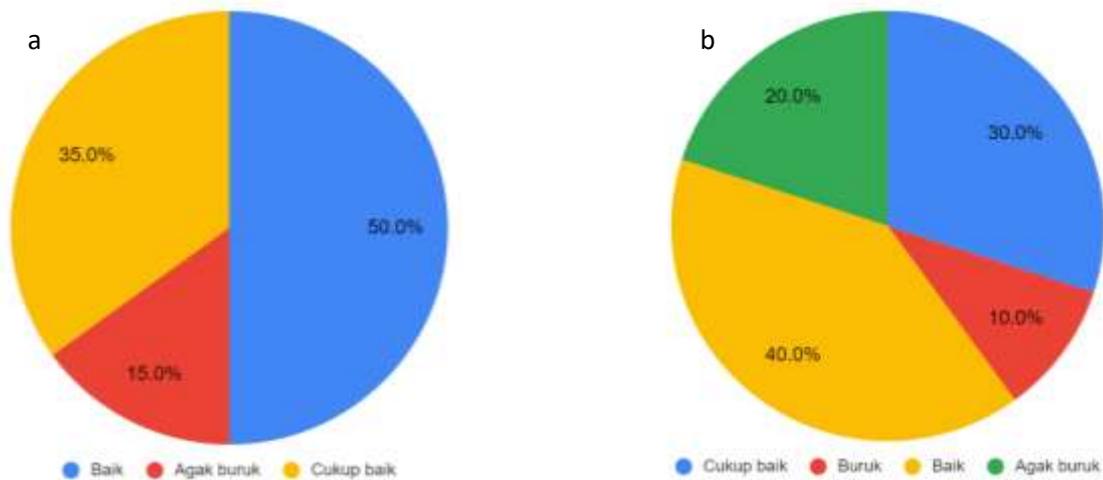


Gambar 8. Diagram Persentase Penguasaan Karyawan Terhadap (a) Teknologi Otomasi dan (b) Analisis Data

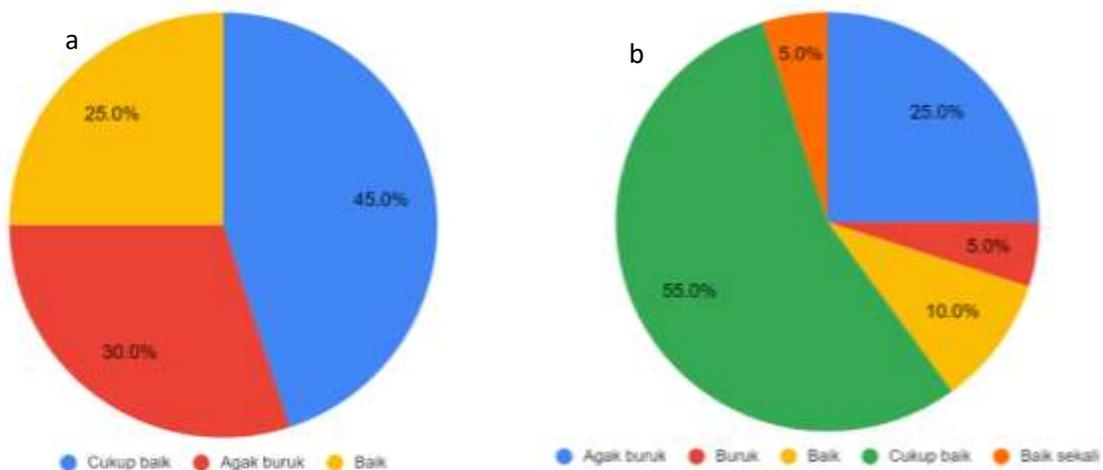
Gambar 9a menunjukkan persentase pernyataan responden terkait seberapa baik kemampuan karyawan/SDM di pelabuhan terkait dengan keamanan data dan komunikasi, sebesar 50% menyatakan baik, 35% cukup baik dan sisanya 15% agak buruk. Selanjutnya responden menyatakan bahwa kemampuan SDM di pelabuhan terkait dengan penggunaan sistem aplikasi *assistance* sebesar 40% baik, 30% cukup baik, 20% agak buruk dan 10% buruk.

Selanjutnya, **Gambar 9b** menunjukkan penguasaan TI terkait dengan aplikasi *assistance* system dimana 40% baik dalam penguasaannya. **Gambar 10a** menunjukkan penguasaan karyawan dalam kolaborasi perangkat lunak yaitu menyatakan 45% menyatakan baik.

Dan **Gambar 10b** menunjukkan persentase penguasaan karyawan terhadap kemampuan non-teknis *systems thinking and process*, responden menyatakan 55% cukup baik.



Gambar 9. Diagram Persentase Penguasaan TI Karyawan Terkait (a) Keamanan Data dan Komunikasi dan (b) Aplikasi *Assistance System*



Gambar 10. Diagram Persentase Penguasaan Karyawan Terhadap (a) Kolaborasi Perangkat Lunak dan (b) Kemampuan Non-Teknis *Systems Thinking And Process*

Total skor rata-rata kesiapan digitalisasi pelabuhan pada aspek sumberdaya manusia sebesar 3,6 yang artinya sumberdaya manusia perusahaan pada tingkatan cukup dari nilai 1-6 untuk kesiapan implementasi digitalisasi pelabuhan. Dari indikator nomer 5 sampai dengan nomer 14, indikator nomer 5 yaitu jumlah sumberdaya manusia yang memiliki

pengetahuan dan ketrampilan teknologi informasi (digitalisasi) disektor pelabuhan pada tingkatan/kondisi sangat kurang dengan nilai skor 2,1, selanjutnya indikator keberadaan pendidikan/training IT dan literasi digital kepelabuhanan pada tingkatan kurang, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Skor Penilaian Kesiapan Digitalisasi Pelabuhan Pada Aspek Sumberdaya Manusia

Nomer	Indikator	Skor Rata-rata	Kesimpulan
5	Jumlah SDM dengan pengetahuan dan kerampilan teknologi informasi (digitalisasi)	2.1	Sangat Kurang
6	Kemampuan dalam infrastruktur informasi dan teknologi (TI)	4.0	Cukup
7	Kemampuan dalam teknologi otomatisasi	3.7	Cukup
8	Kemampuan dalam analisis data	4.0	Cukup
9	Kemampuan dalam keamanan data dan komunikasi	4.1	Cukup
10	Kemampuan dalam aplikasi <i>assistance system</i>	3.8	Cukup
11	Kemampuan dalam kolaborasi perangkat lunak	3.8	Cukup
12	Kemampuan dalam hal non-teknis seperti <i>systems thinking and process understanding</i>	3.6	Cukup
13	Keberadaan kegiatan pendidikan/training TI dan literasi digital	2.8	Kurang
14	Tingkat kecukupan materi training dan pendidikan TI yang ada	4.3	Cukup
Total rata/Rata		3.6	Cukup

Total skor rata-rata pada aspek tingkat kegunaan/fungsionalitas TI sebesar 4,0 yang artinya pada tingkatan cukup dalam kesiapan digitalisasi pelabuhan. Seluruh indikator dari aspek ini berada pada level cukup, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Total skor rata-rata pada aspek tingkat penggunaan TI di pelabuhan sebesar 3,9 yang artinya berada pada tingkatan cukup. Seluruh indikator dari aspek ini berada pada level cukup, kecuali indikator tingkat penggunaan *digital twinning*, *augmented* dan *virtual reality* (VR) (37), *robotics* (34) pada tingkatan kurang. Kemudian indikator penggunaan *platform* komunikasi berbasis web (24), akses data oleh pelanggan melalui mobile phone/gawai/ponsel (26) berada pada tingkatan baik, hal ini dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 5. Skor Penilaian Aspek Tingkat Kegunaan/Fungsionalitas TI

Nomer	Indikator	Skor Rata-rata	Kesimpulan
15	Integrasi komunikasi infrastruktur	4,1	Cukup
16	Informasi terkait dengan status pengangkutan (<i>shipment</i>)	4,2	Cukup
17	Informasi <i>on-time</i>	4,0	Cukup
18	Tingkat kesesuaian operasional dan kondisi riil dilapangan	4,0	Cukup
19	Proses adaptasi di pelabuhan dalam rangka kepuasan/kebutuhan pelanggan	4,1	Cukup
20	Keamanan data dan komunikasi	3,9	Cukup
Total Rata-rata		4,0	Cukup

Tabel 6. Skor Penilaian Aspek Tingkat Penggunaan TI di Pelabuhan

Nomer	Indikator	Skor rata-rata	Kesimpulan
21	Sistem cerdas <i>enterprise resources planning</i> (ERP)	3,9	Cukup
22	Sistem cerdas <i>warehouse management system</i> (WMS)	3,9	Cukup
23	Sistem cerdas <i>port community system</i> (PCS) (termasuk <i>electronic supply chain management</i> (SCM) System)	4,0	Cukup
24	Platform komunikasi berbasis web	4,4	Baik
25	Akses data melalui ponsel/gawai bagi konsumen	4,2	Cukup
26	Akses data melalui ponsel/gawai bagi pelanggan	4,4	Baik
27	<i>Internet of things</i> (komunikasi antar mesin)	3,9	Cukup
28	Komputasi awan	3,9	Cukup
29	Teknologi untuk menentukan lokasi (GPS, RFID, dll)	4,3	Cukup
30	Penggunaan sensor-sensor (kelembaban, suhu, dll)	4,2	Cukup
31	<i>Big data</i> dan analisis prediksi (untuk perawatan dll)	4,1	Cukup
32	Blockchain (termasuk kontrak cerdas, dll)	3,8	Cukup
33	Kecerdasan buatan (<i>artificial intelligence/AI</i>)	3,6	Cukup
34	<i>Robotics</i>	3,2	Kurang
35	<i>Drones</i>	3,7	Cukup
36	Solusi Otonom/otomatisasi (terminal, crane, kendaraan)	3,7	Cukup
37	<i>Digital Twinning, Augmented dan Virtual Reality</i>	3,4	Kurang
Total rata-rata		3,9	Cukup

Total skor pada aspek penggunaan sumber-sumber mendapatkan informasi digitalisasi pelabuhan berada pada tingkatan cukup dengan nilai skor sebesar 4,1 sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 7**. Indikator-indikator pada aspek tersebut berada pada level cukup kecuali tingkat penggunaan internet dan sosial media berada pada tingkatan baik.

Tabel 7. Skor Penilaian Aspek Tingkat Penggunaan Sumber-sumber Informasi Digitalisasi Pelabuhan

Nomer	Indikator	Skor rata-rata	Kesimpulan
38	Jaringan personal	4,0	Cukup
39	Media cetak	3,9	Cukup
40	Internet	4,5	Baik
41	Sosial media	4,4	Baik
42	Pameran	3,7	Cukup
43	Konferensi	4,0	Cukup
44	Asosiasi	4,1	Cukup
45	Konsultasi	4,0	Cukup
46	Lembaga ilmiah	4,2	Cukup
Total rata-rata		4,1	Cukup

3.2. Diskusi

Aspek sumberdaya manusia memiliki skor terendah dibandingkan dengan aspek lainnya dalam kesiapan implementasi digitalisasi pelabuhan dengan skor sebesar 3,6 (cukup). Pada aspek sumberdaya manusia indikator kuantitas/jumlah kesediaan sumberdaya manusia yang memiliki skill/kemampuan TI di pelabuhan masih berda pada

tingkatan sangat kurang dengan nilai skor sebesar 2,1 dari skala 1-6, Hal ini menunjukkan saat ini jumlah sumberdaya manusia di pelabuhan yang memiliki kemampuan TI perlu di tingkatkan, sehingga akselerasi implementasi digitalisasi pelabuhan dapat berjalan dengan baik, Terkait dengan hal tersebut indikator terkait keberadaan training digitalisasi di pelabuhan juga masih berada pada tingkatan kurang, sehingga perlu upaya yang lebih untuk semakin banyak dilakukan pengembangan-pengembangan training terkait dengan berbagai teknologi di pelabuhan,

Kemudian skor tertinggi dari 5 (lima) aspek tersebut yaitu aspek tingkat penggunaan sumber informasi IT digitalisasi dengan nilai skor sebesar 4,1 dengan tingkatan cukup, artinya saat ini responden sudah memanfaatkan berbagai saluran informasi untuk mendapatkan informasi digitalisasi pelabuhan, dan jika dibedah pada aspek informasi maka penggunaan sosial media dan media internet untuk mencari informasi terkait digitalisasi pelabuhan pada tingkatan baik, hal ini menunjukkan media sosial dan internet menjadi bagian penting dalam memacu implementasi digitalisasi pelabuhan, Perlu dikembangkan konten-konten digitalisasi pelabuhan yang baik dengan menggunakan *platform* media sosial dan internet, Total skor dari kelima aspek kesiapan digitalisasi pelabuhan rata-rata responden menyatakan bahwa kesiapan pengembangan digitalisasi berada pada tingkatan cukup dengan skor nilai sebesar 3,9 dari skala 1-6 sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Skor Penilaian Aspek-Aspek Kesiapan Pengembangan Digitalisasi Pelabuhan di Indonesia

Aspek	Skor Rata-rata	Kesimpulan
Manajemen	3,7	Cukup
Sumberdaya Manusia	3,6	Cukup
Tingkat Kegunaan dan Penggunaan IT	4,0	Cukup
Tingkat Penggunaan TI di pelabuhan	3,9	Cukup
Tingkat Penggunaan sumber informasi IT digitalisasi pelabuhan	4,1	Cukup
Total rata-rata	3,9	Cukup

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesiapan Indonesia dalam digitalisasi pelabuhan berdasarkan pada pernyataan responden sejauh ini berada pada tingkatan cukup siap dengan skor 3,9 dari skala 1-6, Dimana aspek sumberdaya manusia memiliki nilai skor terkecil sebesar 3,6 (cukup), Jika mengacu pada kriteri yang disusun pada (DRIP) yang dikembangkan oleh Connect2SmallPorts tingkatan pelabuhan di Indonesia berdasarkan hasil skor pernyataan responden berada pada tahapan kesiapan adopsi *smartport* yang bercirikan sebagai berikut:

- organisasi sudah mulai yang terlibat langsung (seperti: otoritas, operator, bea cukai, dll), mereka berintegrasi pada sistem (informasi) yang dibangun bersama-sama untuk mencapai komunikasi yang lebih baik
- adanya lingkungan digitalisasi yang tunggal dengan skala yang kecil di masing-masing instansi/lembaga yang telah dibuat dengan mendapatkan beberapa keuntungan seperti koordinasi yang lebih baik dan pengurangan waktu dan efisiensi dapat tercapai,

- lingkungan digitalisasi pelabuhan mulai dirasakan oleh berbagai stakeholder di pelabuhan,

4,2, Saran

Berdasarkan hasil ini maka disarankan perlu dilakukan pemenuhan kuantitas dan kualitas sumberdaya manusia dibidang kepelabuhanan yang memiliki skill TI/digitalisasi kepelabuhan, Kekurangan sumberdaya manusia tersebut dapat diatasi dengan memperbanyak aktivitas pelatihan digitalisasi dan memperbanyak informasi-informasi pada saluran media sosial dan internet terkait digitalisasi,

Selanjutnya perlu dilakukan riset lebih mendalam terkait dengan kesiapan pengembangan digitalisasi pelabuhan di Indonesia dari aspek lainnya dan melihat secara menyeluruh terkait dengan keberadaan stakeholder yang di kepelabuhanan, seperti memasukan aspek kinerja pelabuhan, aspek lingkungan dan keselamatan pelayaran dan pelabuhan, mengingat dalam pengembangan dan operasional pelabuhan ada banyak stakeholder yang terlibat, sehingga akan didapatkan hasil yang lebih baik dalam menilai kesiapan pelabuhan dan seluruh stakeholder yang terlibat dalam proses bisnis pelabuhan,

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi dan Nurdin. 2021. Modul Diklat Ahli Kepelabuhanan: Kebijakan Kepelabuhanan Nasional.
- ADB. 2020. Smart Port in The Pacific, Metro Manila, Philippines. <https://doi.org/10,22617/TCS200293-2>
- Connect2SmallPorts within the Frame of the South Baltic Programme Target Group: Small and Medium-Sized Seaports of the South Baltic Sea Region. 2019.
- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. 2021. Smart Ports Development Policies in Asia and the Pacific.
- Molavi, A., Lim, G.J. and Race, B. 2020. A framework for building a smart port and smart port index. *International Journal of Sustainable Transportation*. 14(9): 686–700. <https://doi.org/10,1080/15568318,2019,1610919>
- Philipp, R. 2020. Digital readiness index assessment towards smart port development. *Sustainability Management Forum | Nachhaltigkeits Management Forum*. 28(1–2): 49–60. <https://doi.org/10,1007/s00550-020-00501-5>
- Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X. and Postolache, O. 2018. Internet of things for smart ports: Technologies and challenges. *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*. 21(1): 34–43. <https://doi.org/10,1109/MIM,2018,8278808>
- Yau, K.L.A., Peng, S., Qadir, J., Low, Y.C. and Ling, M.H. 2020. Towards smart port infrastructures: Enhancing port activities using information and communications technology. *IEEE Access*. 8: 83387–83404, <https://doi.org/10,1109/ACCESS,2020,2990961>