

PERSEPSI KEBUTUHAN SNI DESAIN TEKNIS PADA PELABUHAN DI INDONESIA

PERCEPTION OF THE NEED ASSESSMENT OF NATIONAL STANDARDIZATION OF INDONESIAN PORTS

Intan Puspa Wangi^{a,1*}, Tri Mulyono^{a,2}, Nur Azisah^{a,3}

^a Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R.Mangun Muka Raya No.11, RT.11/RW.14, Rawamangun, Kec. Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia, 13220

¹ intanpuspawangi@unj.ac.id, ² trimulyono@unj.ac.id, ³ NurAzisah@unj.ac.id

*email corresponding: intanpuspawangi@unj.ac.id

Diterima: 14 Agustus 2025, direvisi: 10 September 2025, disetujui: 25 September 2025, diterbitkan: 30 Oktober 2025

ABSTRAK

Pelabuhan memerlukan standarisasi desain teknis karena beberapa alasan penting yang mendukung kelancaran dan efektivitas operasional, serta peningkatan daya saing dalam skala global. Meskipun begitu, Indonesia belum memiliki SNI atau standarisasi desain teknis pelabuhan yang berlaku secara nasional. Selama ini dalam pembangunan Pelabuhan, standar yang digunakan masih mengacu pada SNI terkait konstruksi struktur beton, ketahanan terhadap gempa, dan juga standar internasional (OCDI 2009 dan BS-6349). Untuk itu diperlukan analisis kebutuhan mengenai perlunya penyusunan standarisasi desain teknis pelabuhan yang diaplikasikan secara nasional. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif. Penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket (kuesioner) yang diberikan kepada stakeholder yaitu operator dan regulator bidang pelabuhan sebagai sampelnya. Analisis menggunakan skala likert, tes validitas dan tes reliabilitas untuk mengetahui hasil analisis kebutuhan standar teknis. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa evaluasi standarisasi yang berlaku saat ini hanya memenuhi 68% kepuasan stakeholder dan sebanyak 92% responden memberikan dukungan penuh adanya standar desain teknis Pembangunan Pelabuhan di Indonesia.

Kata kunci : standarisasi, desain, teknis, pelabuhan, likert

ABSTRACT

Ports require technical design standardization for several important reasons that support smooth and effective operations as well as improved competitiveness on a global scale. However, Indonesia does not yet have a nationally applicable SNI or technical design standard for ports. Until now, the standards used in port construction still refer to SNI related to concrete structure construction, earthquake resistance, and international standards such as OCDI 2009 and BS-6349. Therefore, an analysis of the needs for developing nationally applied technical design standardization for ports is necessary. The method used is a descriptive quantitative method. This research employs an instrument in the form of a questionnaire distributed to

stakeholders, namely port operators and regulators, as the sample. The analysis uses a Likert scale, validity tests, and reliability tests to identify the needs analysis results for technical standards. The study finds that the evaluation of the currently applied standardization only meets 68% stakeholder satisfaction, and 92% of respondents fully support the existence of a technical design standard for port construction in Indonesia.

Keywords : *standardization, design, technical, port, likert*

Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, dinamika ekonomi global telah mengubah paradigma operasi pelabuhan (Puig & Darbra, 2018). Persaingan antar negara dalam bidang logistik dan transportasi semakin ketat, sehingga negara-negara penghasil dan pengekspor barang berlomba-lomba meningkatkan kualitas infrastruktur dan sistem pengelolaan pelabuhan mereka (Luo et al., 2022). Di Indonesia, perbedaan standar desain antara satu pelabuhan dengan pelabuhan lainnya kerap menjadi hambatan tersendiri dalam menciptakan efisiensi rantai pasokan. Standarisasi desain pelabuhan dianggap sebagai solusi strategis untuk mengatasi disparitas ini, dengan menetapkan standar infrastruktur yang uniform di seluruh wilayah.

Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh pelabuhan-pelabuhan di Indonesia adalah variasi dalam kualitas fasilitas dan infrastruktur. Banyak pelabuhan tradisional yang masih mengandalkan metode operasional konvensional (Tiara & Mukhti, 2018), yang sering kali tidak memenuhi standar internasional dalam hal keamanan, keselamatan, dan efisiensi logistik. Hal ini menyebabkan terjadinya ketidaksesuaian antara pelabuhan-pelabuhan modern yang sudah menerapkan teknologi canggih dan pelabuhan-pelabuhan yang masih tradisional. Standarisasi desain diharapkan dapat menjembatani kesenjangan tersebut, sehingga setiap pelabuhan, baik yang ada di Pulau Jawa maupun di daerah terpencil, dapat memenuhi standar minimal yang diperlukan untuk menunjang operasional pelabuhan yang aman dan efisien.

Standarisasi juga sejalan dalam mendukung sustainable development goals (SDGs) (Blind & Heß, 2023; Srivastava, 2018) pada bagian keberlanjutan sistem transportasi. Standarisasi pelabuhan memastikan infrastruktur transportasi laut yang efisien dan modern, meningkatkan konektivitas perdagangan global dan mempercepat distribusi barang, mendorong penggunaan teknologi pelabuhan pintar (smart port) dan otomatisasi. Standarisasi pelabuhan, meskipun membutuhkan biaya awal dan upaya implementasi yang besar, pada akhirnya memberikan keuntungan jangka panjang dalam bentuk efisiensi, keselamatan, dan daya saing yang lebih baik di pasar global.

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam hal standarisasi desain pelabuhan jika dibandingkan dengan pelabuhan-pelabuhan di negara maju. Meskipun ada beberapa usaha untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pelabuhan, Indonesia belum sepenuhnya menerapkan standarisasi desain teknis pelabuhan yang konsisten di seluruh wilayah. Bahkan Badan Standarisasi Nasional (BSN) hanya memiliki satu standarisasi desain teknis pelabuhan yaitu pelabuhan perikanan. Sedangkan untuk jenis pelabuhan lainnya, selama ini menggunakan standar yang parsial, masih mengacu pada banyak standarisasi contohnya SNI terkait konstruksi struktur beton, ketahanan terhadap gempa, dan juga standar internasional (Ports and Harbours Bureau, Ministry of Land, Infrastructure et al., 2020) (BS 6349-1-1:2013). Untuk itu diperlukan penelitian mengenai analisis kebutuhan mengenai perlunya penyusunan standarisasi desain teknis pelabuhan yang diaplikasikan secara nasional.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen berupa angket (kuesioner) yang diberikan kepada responden yaitu pegawai kepelabuhanan baik sektor BUMN maupun swasta di bidang perencanaan infrastruktur serta pihak regulator bidang teknik kepelabuhanan Indonesia. Penelitian ini menggunakan kuesioner tertutup yaitu kuesioner yang telah disediakan jawabannya sehingga responden dapat memilih langsung sesuai dengan penilaiannya dengan cara memberikan tanda checklist. Pengambilan data penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret-April 2025.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif. Sedangkan jenis penelitian ini yaitu jenis deskriptif. Pengumpulan data primer dilakukan melalui kuisisioner. Sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan dengan menggunakan sumber data melalui studi literatur dan dokumentasi.

Selanjutnya hasil kuesioner kemudian dianalisis menggunakan metode skala likert. Hasil skala tersebut divalidasi dengan uji validitas untuk mengetahui apakah alat ukur memiliki ketepatan dalam melakukan pengukuran. Setelah itu dilakukan uji reliabilitas.

Hasil dan Pembahasan

Terdapat 58 responden yang mengisi kuesioner dari latar belakang regulator maupun operator kepelabuhanan. Dari 58 responden, 20 berasal dari regulator dan sisanya yakni 38 adalah pihak

operator pelabuhan baik BUMN dan swasta. Dari hasil kuisisioner tersebut kemudian dianalisis persepsinya terhadap kebutuhan adanya SNI desain teknis Pelabuhan.

a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan dengan menginput data responden serta skor total pada SPSS versi 27 untuk mengetahui angka r hitung dalam setiap instrumen kuesioner, dan dilakukan perbandingan dengan nilai pada r tabel. Berdasarkan hasil uji validitas, seluruh butir pernyataan menunjukkan nilai korelasi yang lebih besar dari r tabel. Berikut adalah hasil perhitungan uji validitas kuesioner analisis kebutuhan standar desain teknis pada Pelabuhan di Indonesia.

Tabel 1. Uji Validitas Kuisisioner

Instrumen	Nilai r hitung	Nilai r tabel	Keterangan
P1	0.43147593	0.266	Valid
P2	0.44527461	0.266	Valid
P3	0.4505992	0.266	Valid
P4	0.45327614	0.266	Valid
P5	0.69822671	0.266	Valid
P6	0.43026386	0.266	Valid
P7	0.63747672	0.266	Valid
P8	0.65714983	0.266	Valid
P9	0.48576959	0.266	Valid
P10	0.62975471	0.266	Valid
P11	0.40930639	0.266	Valid
P12	0.60815223	0.266	Valid
P13	0.62056347	0.266	Valid
P14	0.49034659	0.266	Valid

Sumber: Diolah (2025)

b. Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas dilakukan guna menunjukkan tingkat kehandalan. Uji reliabilitas Adalah tes yang mengukur sejauh mana tes dapat dipercaya untuk menghasilkan skor yang konsisten, relative ridak berubah meskipun diteskan pada situasi yang berbeda. Uji reliabilitas dilakukan menggunakan Alpha Cronbach menggunakan program SPSS versi 27. Item dikatakan reliabel jika nilai Alpha Cronbach lebih dari 0.70.

Tabel 2. Uji Reliabilitas Kuisisioner

Cronbach's Alpha	N of items
0.8877	28

Sumber: Diolah, 2025

Berdasarkan tabel diatas, hasil pengujian menunjukkan nilai Alpha Cronbach sebesar 0.8877. Nilai ini berada di atas standar minimal 0.7, sehingga seluruh instrumen penelitian dinyatakan reliabel dan konsisten untuk digunakan dalam penelitian ini dan dilanjutkan pada tahap analisis faktor per variabel.

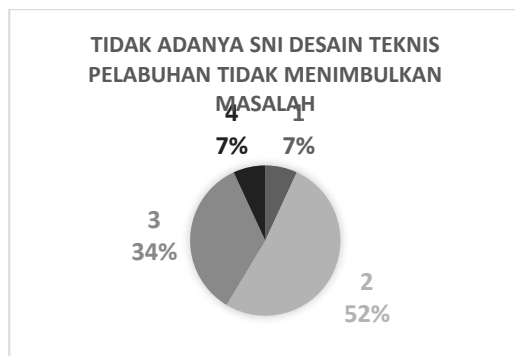
c. Pembahasan

Dalam penelitian ini menggunakan kuesioner (angket tertutup) sebagai instrumen utama. Kuesioner ini menggunakan skala likert untuk mengukur tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan responden terhadap suatu pernyataan (Iba & Wardhana, 2023). Kuesioner ini disusun berdasarkan variable-variabel independen yang diasumsikan dapat menganalisis kebutuhan akan standarisasi Pelabuhan di Indonesia. Semua pernyataan dalam kuesioner disusun menggunakan skala Likert dengan 4 pilihan jawaban, yaitu:

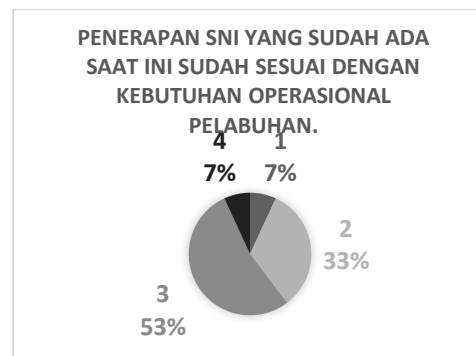
Tabel 3. Alternatif jawaban pada kuisioner skala likert

Pernyataan	Penilaian
Sangat setuju	4
Setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

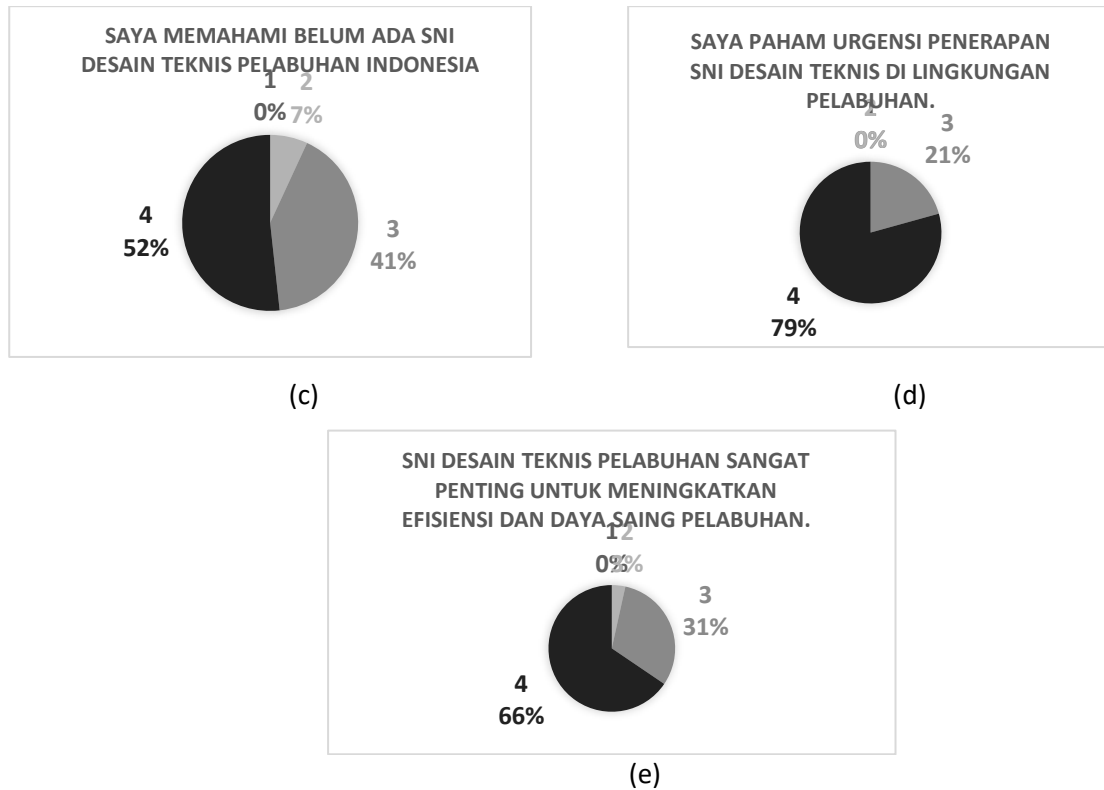
1. Kepahaman dan kepedulian akan adanya SNI desain Teknis pelabuhan



(a)



(b)



Gambar 1. Hasil diagram pie pada pertanyaan kepeahaman dan kepedulian akan adanya SNI desain teknis pelabuhan

Sumber: Diolah (2025)

Saat ini untuk SNI (Standar Nasional Indonesia) yang mengatur secara spesifik terkait desain teknis pelabuhan di Indonesia belum ada. Pada praktik perancangan teknis pelabuhan, biasanya mengacu pada standar internasional seperti British Standard 6349 (BS 6349), Standards Design Criteria for Port and Harbor in Japan (OCDI, 2009), dan German Standards (EAU 2004) (Dyah & Fuddoly, 2020). Selain tiga standar internasional tersebut, beberapa SNI yang relevan terkait perencanaan struktur bangunan umum dan ketahanan gempa juga digunakan dalam desain Pelabuhan. Standar-standar tersebut antara lain SNI 1726:2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 03-2847:2002 tentang Tata cara perencanaan beton bertulang untuk struktur bangunan gedung, SNI 2847:2013 pedoman tata cara perencanaan struktur beton bertulang, SNI 1729:2015 tentang Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung, dan SNI 1725:2016 tentang Tata cara perancangan beban minimum untuk bangunan gedung dan struktur lain (Ramadhan, Mohammad Fajri Raazaq; Adiyastuti, 2020).

Sebanyak 52% responden menyatakan tidak setuju bahwa tidak adanya standar nasional terkait desain teknis pelabuhan tidak menimbulkan permasalahan, dan 7% menyatakan sangat tidak

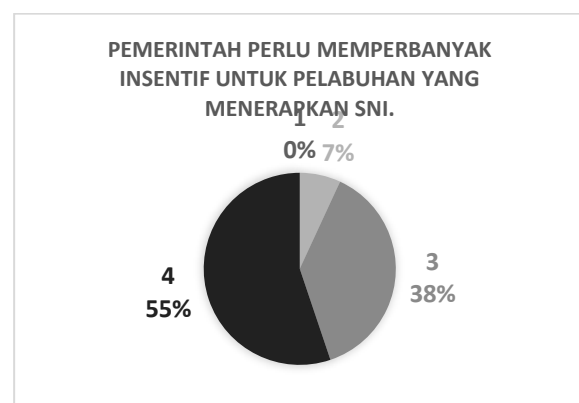
setuju. Hal ini menunjukkan bahwa total 59% responden merasakan adanya masalah akibat ketiadaan standar tersebut. Kondisi ini sejalan dengan temuan dalam studi internasional bahwa ketidakadaan standar desain regulasi menyebabkan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan teknis oleh para insinyur dan kliennya, sehingga banyak aspek penting seperti ketahanan terhadap perubahan lingkungan sering diabaikan. Sebagai contoh, survei para insinyur pelabuhan di Amerika Serikat menunjukkan bahwa lebih dari separuh responden menyatakan bahwa ketiadaan standar menghambat penerapan protokol penting dalam desain Pelabuhan (Sweeney & Becker, 2020). Sementara itu, di Indonesia, kekurangan standar nasional mengakibatkan kebingungan dan ketidakkonsistenan dalam penerapan desain infrastruktur pelabuhan, dimana sebagian pelaksana masih mengadopsi standar internasional secara parsial yang belum sepenuhnya sesuai dengan kondisi local (Dyah & Fuddoly, 2020). Fenomena ini mengindikasikan perlunya pengembangan dan penetapan standar nasional yang kuat untuk desain teknis pelabuhan agar dapat menjamin kualitas, keamanan, dan efektivitas fungsional pelabuhan di Indonesia, sekaligus mengurangi risiko teknis dan operasional yang muncul akibat ketiadaan acuan standar yang jelas. (Chen, 2019)

Kalimat ini menguatkan argumen bahwa mayoritas praktisi pelabuhan merasa perlu adanya standar nasional yang baku untuk menangani isu teknis dan operasional berkenaan dengan desain Pelabuhan

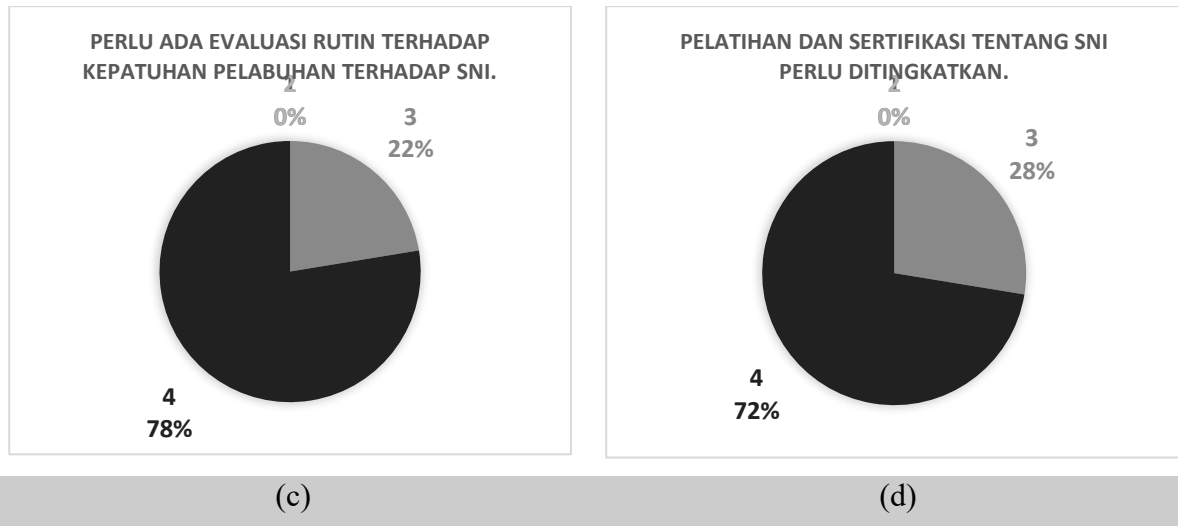
2. Dukungan terhadap adanya SNI desain teknis Pelabuhan



(a)



(b)



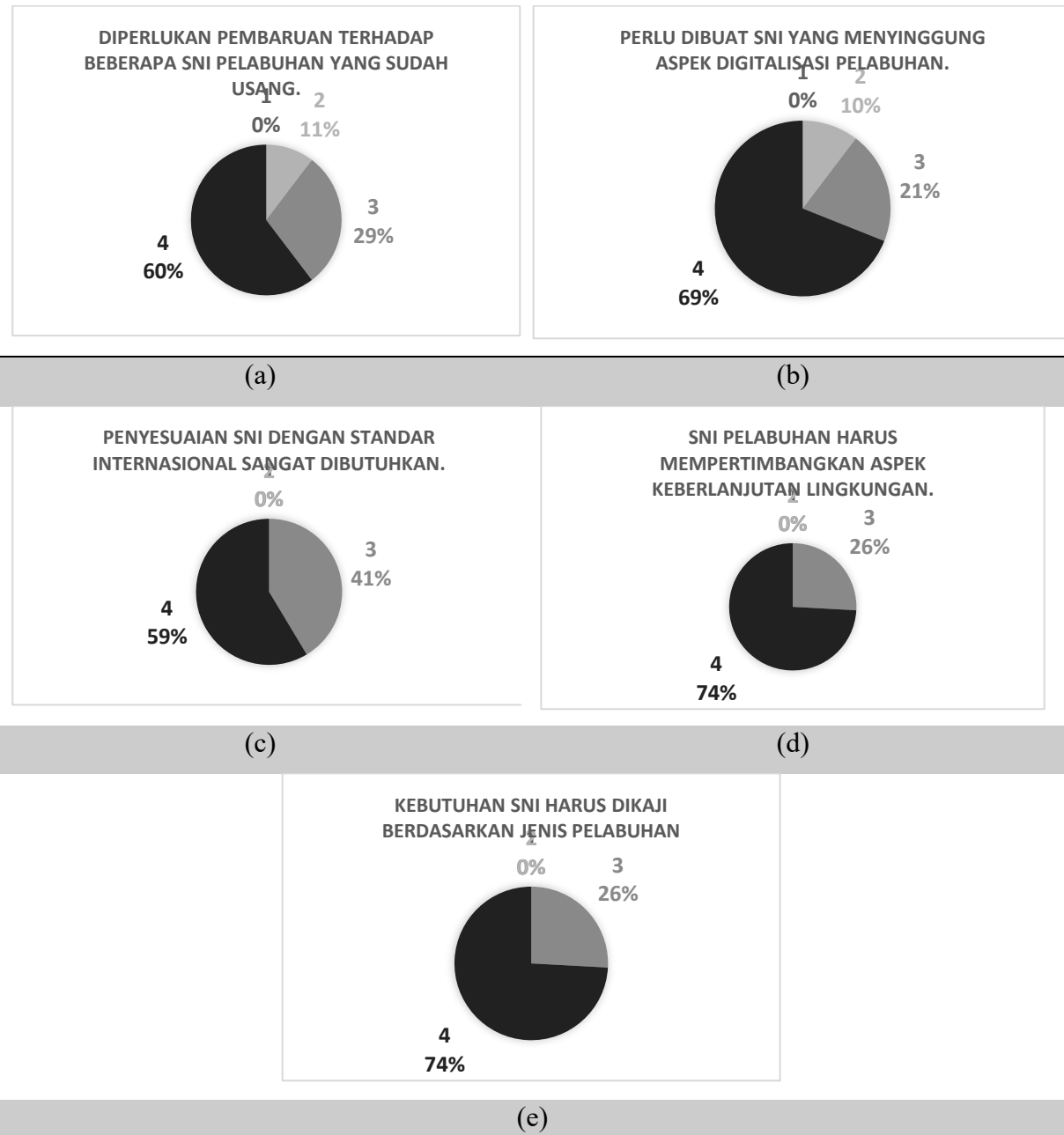
Gambar 2. Hasil diagram pie pada pertanyaan dukungan terhadap adanya SNI desain teknis Pelabuhan

Sumber: Diolah (2025)

Diagram pie chart di atas menunjukkan pendapat responden terkait penerapan Standar Nasional Indonesia (SNI) di pelabuhan dari beberapa aspek penting. Pada chart (a), mayoritas responden yaitu 81% secara tegas mendukung penerapan SNI secara nasional di pelabuhan, menandakan tingkat kesadaran dan dukungan yang tinggi terhadap standar tersebut. Selanjutnya, pada chart (b) terdapat 55% responden yang menyatakan bahwa pemerintah perlu memperbanyak insentif untuk pelabuhan yang menerapkan SNI, menunjukkan bahwa dukungan kebijakan dan insentif dianggap penting untuk mendorong pelaksanaan standar ini.

Kemudian pada chart (c), sebanyak 78% responden menyatakan pentingnya adanya evaluasi rutin terhadap kepatuhan pelabuhan terhadap SNI. Hal ini mengindikasikan kesadaran bahwa penerapan standar bukan hanya soal penerapan awal, tetapi juga pengawasan berkelanjutan agar standar benar-benar dipatuhi. Terakhir, chart (d) menunjukkan bahwa 72% responden menganggap bahwa pelatihan dan sertifikasi tentang SNI perlu ditingkatkan sebagai langkah strategis untuk memperkuat implementasi standar di pelabuhan. Keseluruhan data ini menegaskan adanya kebutuhan kuat dari pelaku dan pemangku kepentingan pelabuhan untuk mendukung, memantau, serta meningkatkan kapasitas terkait penerapan SNI demi peningkatan kualitas dan keselamatan pelabuhan nasional.

3. Kebutuhan Pengembangan SNI Pelabuhan



Gambar 3. Hasil diagram pie pada pertanyaan Kebutuhan Pengembangan SNI Pelabuhan

Sumber: Diolah (2025)

Berdasarkan hasil survei yang divisualisasikan dalam grafik, terdapat konsensus yang kuat di antara para responden mengenai urgensi pembaruan dan pengembangan Standar Nasional Indonesia (SNI) di sektor pelabuhan. Mayoritas responden (89%) menyetujui bahwa diperlukan

pembaruan terhadap beberapa SNI pelabuhan yang dianggap sudah usang, dengan 60% di antaranya menyatakan sangat setuju.

Selain itu, respons terhadap kebutuhan standar baru juga sangat positif. Sebanyak 90% responden setuju bahwa perlu dibuat SNI yang menyentuh aspek digitalisasi pelabuhan, dimana 69% menyatakan sangat setuju. Hal ini mengindikasikan kesadaran yang tinggi akan pentingnya transformasi digital dalam operasional pelabuhan.

Dalam konteks harmonisasi standar, seluruh responden (100%) menyepakati pentingnya penyesuaian SNI dengan standar internasional, dengan 59% menyatakan sangat setuju dan 41% setuju. Aspek keberlanjutan lingkungan juga mendapat dukungan signifikan, dimana 74% responden sangat setuju bahwa SNI pelabuhan harus mempertimbangkan aspek lingkungan.

Terakhir, terdapat kesadaran akan kebutuhan pendekatan yang lebih spesifik, dimana 74% responden sangat setuju bahwa kebutuhan SNI harus dikaji berdasarkan jenis pelabuhan, mengisyaratkan pentingnya standar yang disesuaikan dengan karakteristik dan fungsi masing-masing pelabuhan.

Infrastruktur pelabuhan adalah pembangunan yang sangat kompleks. Bahkan ketika pembangunan sudah selesai, dalam jangka panjang juga menghadapi ketidakpastian dan kondisi yang berubah-ubah. Hal-hal yang mempengaruhi ketidakpastian antara lain pengaruh lingkungan (Fernandez-perez & Lara, 2025; Loza & Veloso-gomes, 2023) dan penyesuaian teknologi terbaru (Agatić & Kolanović, 2020; Mudronja, 2022; Pavli et al., 2020). Maka dari itu sangat penting untuk Menyusun peraturan yang adaptif untuk menghadapi resiko dalam Pembangunan Pelabuhan (Atli & Krystallis, 2025). Peraturan bisa muncul dalam bentuk persyaratan fisik yang baru menyesuaikan dengan karakteristik pelabuhan, kriteria kinerja, tuntutan keberlanjutan, atau perubahan ekonomi yang memengaruhi biaya. Tindakan pemerintah juga bisa membuka peluang untuk penerapan teknologi inovatif di masa depan yang mungkin belum tersedia saat tahap desain awal. Ketidakpastian peraturan di masa mendatang memengaruhi keputusan perencanaan, desain, dan investasi yang dilakukan saat ini (Taneja et al., 2012)

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis persepsi pada penelitian tersebut dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sebanyak 59% responden merasakan adanya masalah akibat ketiadaan standar tersebut. Hal ini sesuai dengan hasil studi internasional yang menunjukkan bahwa ketiadaan standar

desain regulasi menimbulkan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan teknis oleh insinyur dan klien, sehingga aspek penting seperti ketahanan terhadap perubahan lingkungan seringkali terabaikan.

2. Pada bagian dukungan terhadap SNI desain teknis Pelabuhan, terdapat penegasan bahwa pelaku dan pemangku kepentingan pelabuhan sangat membutuhkan standar ini, serta perlu melakukan pemantauan dan peningkatan kapasitas untuk penerapannya guna meningkatkan kualitas dan keselamatan pelabuhan nasional.
3. Dalam hal harmonisasi standar, semua responden (100%) sepakat bahwa penyesuaian SNI dengan standar internasional sangat penting.
4. Untuk mengatasi masalah akibat ketiadaan standar desain teknis pelabuhan yang dirasakan oleh mayoritas responden, disarankan agar segera dikembangkan dan diberlakukan SNI yang jelas dan terintegrasi. Pendekatan ini harus didukung oleh pelaku dan pemangku kepentingan pelabuhan melalui peningkatan kapasitas dan pemantauan penerapan standar secara berkelanjutan guna meningkatkan kualitas dan keselamatan pelabuhan nasional. Selain itu, harmonisasi SNI dengan standar internasional perlu menjadi prioritas agar standar desain pelabuhan dapat menjawab tantangan teknis global dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih pasti dan efektif.

Daftar Pustaka

- BS 6349-1 2016 *Maritime works: General – Code of Practice for Assessment of Actions* (London, United Kingdom) ISBN 978-0-580-76229-1
- Agatić, A., & Kolanović, I. (2020). *Improving the seaport service quality by implementing digital technologies*. 34, 93–101.
- Atli, K., & Krystallis, I. (2025). *International Journal of Project Management Design flexibility in managing infrastructure projects: Contributing factors and research avenues*. 43(October 2024).
- Blind, K., & Heß, P. (2023). Stakeholder perceptions of the role of standards for addressing the sustainable development goals. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 180–190. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.02.016>
- Chen, N. (2019). Research on Standardization Evaluation System of Container Port Safety Production Based on Entropy Weight Method. *2019 5th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS)*, 1163–1168.
- Dyah, I. W., & Fuddoly. (2020). The selection of the International Port Design Standards

- applicable for Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/930/1/012070>
- Fernandez-perez, A., & Lara, J. L. (2025). *Flexible adaptation strategies for managing compound climate change risks in port infrastructures*. 202(July). <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2025.104844>
- Loza, P., & Veloso-gomes, F. (2023). *Literature Review on Incorporating Climate Change Adaptation Measures in the Design of New Ports and Other Maritime Projects*.
- Luo, M., Chen, F., & Zhang, J. (2022). Relationships among port competition, cooperation and competitiveness: A literature review. *Transport Policy*, 118, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.01.014>
- Mudronja, G. (2022). *OVERVIEW OF INNOVATIONS AND TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SEAPORTS*. 1–15.
- Pavli, H., E-mail, S., Ribari, E., Filipovi, I., & Studies, M. (2020). *An Overview of Modern Technologies in Leading Global Seaports*. 59(October), 35–49.
- Ports and Harbours Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, T. and T. (MLIT), National Institute for Land and Infrastructure Management, M., & Institute, P. and A. R. (2020). *The Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*.
- Puig, M., & Darbra, R. M. (2018). The role of ports in a global economy, issues of relevance and environmental initiatives. *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*, 593–611. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00034-6>
- Ramadhan, Mohammad Fajri Raazaq; Adiyastuti, S. M. (2020). *PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS FASE 1-1 PELABUHAN PATIMBAN, KABUPATEN SUBANG, PROVINSI JAWA BARAT*.
- Srivastava, A. (2018). Standardizing evaluation process: Necessary for achieving SDGs – A case study of India. *Evaluation and Program Planning*, 69, 118–124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2018.05.001>
- Sweeney, B., & Becker, A. (2020). Considering Future Sea Level Change in Maritime Infrastructure Design: A Survey of US Engineers. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 146(4). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ww.1943-5460.0000583](https://doi.org/10.1061/(asce)ww.1943-5460.0000583)
- Taneja, P., Ligteringen, H., & Walker, W. E. (2012). *Flexibility in Port Planning and Design*. 12(12), 66–87.
- Tiara, A., & Mukhti, J. A. (2018). Efficiency Comparison between Conventional and Modern

Port Operation System for Small-Scale Dry Bulk Cargo. *MATEC Web of Conferences*,
147, 1–11. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814705004>