

ANALISIS PENGUATAN INDUSTRI GALANGAN KAPAL NASIONAL DI KEPULAUAN RIAU GUNA MENGANTISIPASI KONFLIK LAUT CHINA SELATAN DALAM RANGKA MENJAGA KEDAULATAN NKRI

Dzulkifli Amin, S.M, Budi Darmawan, Kristiyono

Sekolah Staf Dan Komando Angkatan Laut

Abstrak

Perkembangan kekuatan militer China di Laut Natuna Utara, termasuk armada kapal induk dan klaim wilayah melalui *nine-dash line*, menuntut Indonesia untuk memperkuat pertahanan lautnya. Penelitian ini menganalisis strategi penguatan industri galangan kapal nasional di Kepulauan Riau guna mengantisipasi ancaman di kawasan tersebut. Metode kualitatif digunakan dengan fokus pada pemberdayaan sumber daya nasional melalui kolaborasi tripartite (pemerintah, akademisi, industri) dan adopsi teknologi 4.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa industri galangan kapal di wilayah ini memiliki potensi besar dalam mendukung kekuatan Angkatan Laut, baik dari segi pembangunan dan pemeliharaan kapal pertahanan maupun pembangunan kapal perang baru. Namun, penguatan industri ini masih terkendala oleh berbagai faktor, antara lain keterbatasan teknologi, SDM, dan dukungan kebijakan yang belum optimal. Rekomendasi utama mencakup peningkatan kolaborasi Triple helix (TNI AL, akademisi/lembaga riset, industri galangan kapal nasional), transfer teknologi, dan pengembangan desain kapal perang berbasis lokal (*indigenous design*). Dengan penguatan ini, diharapkan Indonesia memiliki kesiapsiagaan yang lebih baik dalam menjaga kedaulatan di wilayah perbatasan maritimnya, khususnya dalam dinamika geopolitik Laut China Selatan.

Kata kunci: *Laut Natuna Utara, Industri Galangan Kapal Nasional, Pertahanan Maritim, Kolaborasi Tripartit, Teknologi 4.0*

Abstract

The development of China's military power in the North Natuna Sea, including its aircraft carrier fleet and territorial claims through the nine-dash line, compels Indonesia to strengthen its maritime defense. This study analyzes strategies for enhancing the national shipyard industry in the Riau Archipelago as a means to anticipate potential threats in the region. A qualitative approach is employed, focusing on the empowerment of national resources through tripartite collaboration (government, academia, and industry) and the adoption of Industry 4.0 technologies. The findings indicate that the shipyard industry in this region holds significant potential to support the Indonesian Navy, both in the construction and maintenance of defense vessels and in the development of new warships. Nevertheless, this industrial strengthening is constrained by several factors, including limited technology, human resources, and suboptimal policy support. The key recommendations include strengthening Triple Helix collaboration (Indonesian Navy, academia/research institutions, and national shipbuilding industry), facilitating technology transfer, and advancing the development of indigenous warship designs. Through these measures, Indonesia is expected to achieve greater readiness in safeguarding its maritime sovereignty, particularly within the geopolitical dynamics of the South China Sea.

Keywords: *North Natuna Sea, National Shipyard Industry, Maritime Defense, Tripartite Collaboration, Industry 4.0*

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi militer Tiongkok yang sangat pesat dalam dua dekade terakhir telah menjadikan negara tersebut sebagai salah satu kekuatan maritim utama dunia, terutama dalam matra laut. Transformasi kekuatan militer China dari masa Deng Xiaoping hingga era Xi Jinping menunjukkan konsistensi dalam mengembangkan kekuatan pertahanan, termasuk membangun kapal induk, kapal perusak, dan teknologi canggih lainnya (Hikmawan, Muhammad, & Sahide, 2023). Angkatan Laut Tentara Pembebasan Rakyat Tiongkok (People's Liberation Army Navy/PLAN) kini menempati posisi kedua dunia setelah Amerika Serikat, dengan total armada mencapai 730 unit (Global Firepower, 2025). Di sisi lain, Indonesia berada di posisi ke-13 dengan 333 unit armada laut. Ketimpangan ini memperjelas urgensi penguatan sektor pertahanan nasional, khususnya kekuatan laut, guna mengantisipasi potensi konflik di Laut China Selatan.

Laut China Selatan merupakan kawasan strategis yang menjadi titik temu jalur perdagangan internasional serta memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah. Namun, klaim sepihak China melalui konsep "Nine Dash Line" telah menimbulkan ketegangan di kawasan tersebut, termasuk dengan Indonesia yang memiliki yurisdiksi di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) di sekitar Kepulauan Natuna (Singh, 2021). Penerbitan peta standar China edisi 2023 oleh Kementerian Sumber Daya Alam China memperkuat klaim mereka atas hampir seluruh wilayah Laut China Selatan, yang jelas bertentangan dengan hukum laut internasional berdasarkan UNCLOS 1982 (Kajian et al., 2023). Situasi ini mengharuskan Indonesia mengambil langkah strategis untuk memperkuat kedaulatan maritimnya melalui pendekatan pertahanan yang komprehensif.

Salah satu pendekatan utama yang dapat dilakukan adalah melalui penguatan industri pertahanan dalam negeri, khususnya industri galangan kapal nasional. Industri ini memainkan peran vital dalam mendukung kemandirian pengadaan alat utama sistem senjata (alutsista), terutama kapal perang dan kapal patroli. Kepulauan Riau, sebagai wilayah yang sangat dekat dengan Laut China Selatan, memiliki posisi strategis dan potensi besar sebagai pusat industri galangan kapal. Pemberdayaan wilayah ini akan berkontribusi langsung terhadap kesiapsiagaan militer nasional di wilayah perbatasan (Nugraha, 2023).

Optimalisasi potensi daerah memerlukan kolaborasi erat antara tiga pilar utama: pemerintah, akademisi, dan industri, atau yang dikenal sebagai konsep triple helix (Etzkowitz, 2008). Melalui gotong royong tripartit ini, sinergi dapat dibangun antara TNI Angkatan Laut, lembaga pendidikan pertahanan seperti Universitas Pertahanan (UNHAN) dan STTAL, serta BUMN/BUMS galangan kapal. Pendekatan ini akan mempercepat pembangunan dan modernisasi galangan kapal, serta meningkatkan kemampuan produksi nasional yang selama ini masih bergantung pada impor (Suharyo, 2018). Selain memperkuat daya tangkal militer, inisiatif ini juga sejalan dengan politik luar negeri Indonesia yang bebas aktif dan mendukung pencapaian kemandirian pertahanan nasional (Wakino & Siregar, 2021).

Penguatan industri galangan kapal nasional, khususnya di Kepulauan Riau, merupakan strategi penting dalam menghadapi potensi konflik di Laut China Selatan. Langkah ini tidak hanya meningkatkan kesiapan militer nasional, tetapi juga memperkuat posisi Indonesia dalam menjaga stabilitas kawasan dan menegaskan kedaulatan negara secara mandiri dan berkelanjutan.

B. METODE PENELITIAN

Teori optimalisasi menekankan pada pencapaian efisiensi maksimal dalam penggunaan sumber daya. Dalam industri galangan kapal, optimalisasi mencakup peningkatan efisiensi produksi, adopsi teknologi mutakhir, dan peningkatan daya saing nasional. Porter (1990) menegaskan bahwa keunggulan kompetitif dapat dicapai melalui inovasi dan strategi diferensiasi yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Transformasi sektor maritim dengan mengadopsi teknologi digital seperti AI dan IoT menjadi fondasi penting dalam mewujudkan efisiensi sistemik (Kementerian Perindustrian, 2023). Kepulauan Riau, sebagai wilayah strategis di perbatasan utara Indonesia, memiliki potensi besar untuk dioptimalkan melalui penguatan sektor industri galangan kapal yang efisien dan modern.

Kedaulatan merupakan konsep inti dalam ilmu politik dan pertahanan, yang mencerminkan kekuasaan penuh suatu negara atas wilayah dan urusan dalam negerinya (Kusumaatmadja, 2021). Jean Bodin dalam pemikirannya menekankan bahwa kedaulatan bersifat permanen dan tidak dapat dibagi. Kedaulatan Indonesia di sekitar Natuna menjadi terancam akibat klaim sepihak Tiongkok melalui nine-dash line. Oleh karena itu, penguatan sektor pertahanan nasional—termasuk industri galangan kapal—adalah strategi pertahanan non-militer yang vital untuk menjaga integritas wilayah dan mendukung diplomasi pertahanan (Sukma, 2020).

Pemberdayaan sebagai proses meningkatkan kapasitas kelompok untuk mengendalikan kondisi hidupnya dan mengambil bagian dalam proses pembangunan. Dalam bidang pertahanan, pemberdayaan mencakup tiga aspek: individu (SDM teknis galangan kapal), komunitas (komunitas maritim, dan ekonomi (akses ke teknologi dan pasar). Bappenas (2023) menyatakan bahwa

penguatan maritim nasional memerlukan sinergi lintas sektor untuk memberdayakan pelaku industri galangan kapal nasional dan memutus ketergantungan terhadap komponen impor.

Teori Tripel Helix yang dikembangkan oleh Etzkowitz dan Leydesdorff (1995) menekankan pentingnya kolaborasi antara akademisi, industri galangan kapal nasional, dan pemerintah dalam mendorong inovasi berkelanjutan. Dalam pengembangan industri galangan kapal nasional di Kepulauan Riau, ketiga dapat memainkan peran sinergis: pemerintah mengeluarkan kebijakan dan insentif, akademisi mengembangkan riset dan teknologi, dan industri galangan kapal nasional menjadi pelaksana produksi. Studi kasus kolaboratif seperti pengembangan kapal hybrid oleh PT Lundin, ITS, dan TNI AL menjadi bukti implementasi nyata dari model ini (Maritime Executive, 2023). Namun, hambatan industri galangan kapal nasional seperti tumpang tindih regulasi dan rendahnya keterlibatan UMKM masih menjadi tantangan utama (LPEM UI, 2023).

Menurut Barrass dan Derrett (2006), pembangunan kapal merupakan proses multidisiplin yang melibatkan perencanaan desain, pemilihan material, konstruksi, hingga pengujian. Penguatan industri galangan kapal harus mempertimbangkan tahapan proses yang efisien, mulai dari penggunaan teknologi desain digital hingga penguatan rantai pasok material dalam negeri. Strategi penguatan Industri galangan kapal yang adaptif terhadap perkembangan teknologi serta tantangan geopolitik sangat penting dalam memperkuat kemandirian sektor maritim Indonesia, terutama di wilayah strategis seperti Kepulauan Riau.

Penelitian oleh Handayani dan Ngaliman (2022) menyoroti pentingnya kompetensi, komunikasi, dan stres kerja dalam meningkatkan kinerja tenaga kerja di industri galangan kapal. Melalui pendekatan kuantitatif terhadap 100 responden di PT Citra Shipyard

Batam, penelitian ini menunjukkan bahwa kompetensi dan komunikasi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja karyawan. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas sumber daya manusia (SDM) merupakan elemen krusial dalam produktivitas industri galangan kapal. Namun, stres kerja terbukti tidak signifikan secara statistik terhadap kinerja, meskipun tetap perlu diperhatikan dalam manajemen organisasi. Penelitian ini memberikan implikasi penting bagi penguatan industri galangan kapal melalui peningkatan kapasitas dan efektivitas tenaga kerja, terutama dalam konteks Batam yang merupakan pusat aktivitas maritim nasional.

Nursafitri dan Ramadhan (2022) melakukan kajian tentang potensi kemaritiman Kepulauan Riau dalam mendukung diplomasi maritim Indonesia. Penelitian ini menekankan pentingnya sinergi antara kebijakan luar negeri dan kekuatan maritim domestik sebagai pilar diplomasi maritim. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif berbasis wawancara, penelitian ini menggarisbawahi bahwa penguatan sektor kemaritiman di daerah seperti Kepulauan Riau dapat memperkuat posisi Indonesia dalam forum internasional. Relevansi temuan ini terletak pada peran strategis Kepulauan Riau sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan Laut China Selatan, sehingga penguatan industri galangan kapal di wilayah ini tidak hanya berdampak ekonomi, tetapi juga geopolitik dan diplomatik.

Zhang dan Chen (2024) memberikan kontribusi penting melalui tinjauan sistematis terhadap perkembangan konsep Shipbuilding 4.0, yaitu integrasi teknologi Industri 4.0 dalam proses pembangunan kapal. Studi ini menganalisis 68 publikasi dan menyusun kerangka kerja yang mencakup lima komponen utama: konsep, rantai nilai, pabrik pintar, manufaktur pintar, serta infrastruktur dan teknologi. Temuan mereka menunjukkan bahwa meskipun adopsi teknologi digital di

sektor galangan kapal masih dalam tahap awal, implementasi kerangka kerja Shipbuilding 4.0 dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan daya saing industri ini. Relevansi penelitian ini terletak pada urgensi modernisasi industri galangan kapal nasional agar mampu bersaing secara global, khususnya dalam menghadapi dinamika kawasan Laut China Selatan yang menuntut kesiapan teknologi pertahanan maritim.

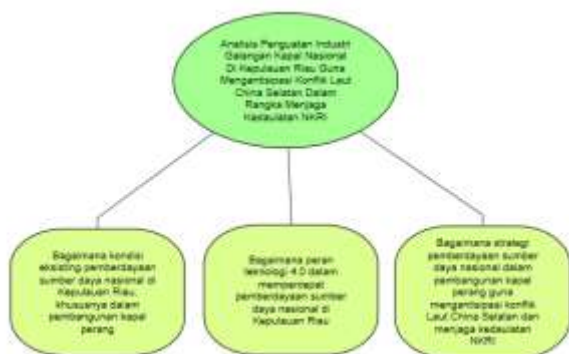
Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif sesuai pedoman metodologi kualitatif (Sugiyono, 2013; Creswell, 2014). Unit analisis dalam penelitian meliputi Mabasal (Markas Besar Angkatan Laut), PT PALINDO, PT KAS. Lokasi pengumpulan data terpusat di Batam dan Markas Besar TNI AL. Data primer dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi lapangan, dan dokumentasi lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen resmi dan kajian octora (Creswell, 2014). Analisis data dilakukan secara tematik dengan bantuan perangkat lunak Nvivo (Jackson & Bazeley, 2019) dan mengadopsi pendekatan spiral dalam penelitian kualitatif (Creswell & Poth, 2018). Pendekatan spiral ini melibatkan tahapan pengorganisasian data, pembacaan berulang dan pencatatan memo, pengkodean serta pengelompokan data ke dalam tema-tema utama, diikuti dengan penafsiran dan visualisasi data (Creswell & Poth, 2018). Instrumen penelitian meliputi alat perekam audio-video untuk dokumentasi wawancara, serta pengumpulan dokumen dan foto lapangan sebagai data pendukung.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepulauan Riau memiliki posisi strategis yang penting, tetapi industri galangan kapal di wilayah ini masih menghadapi tantangan terkait kapasitas dan teknologi, serta ketergantungan pada teknologi asing. (Mansyur Hasbullah 2016) Meski demikian, terdapat peluang besar untuk mengembangkan industri lokal melalui

kolaborasi antara TNI AL, akademisi, dan industri.(I Ketut Aria Pria Utama et al. 2023) Teknologi 4.0 memainkan peran penting dalam mempercepat pemberdayaan ini, terutama dalam pembangunan kapal perang yang lebih efisien dan modern.(Aris Sarjito 2023) Dengan penerapan strategi komprehensif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dan pengembangan teknologi lokal, pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau dapat ditingkatkan untuk menghadapi ancaman di Laut China Selatan serta menjaga kedaulatan Indonesia.

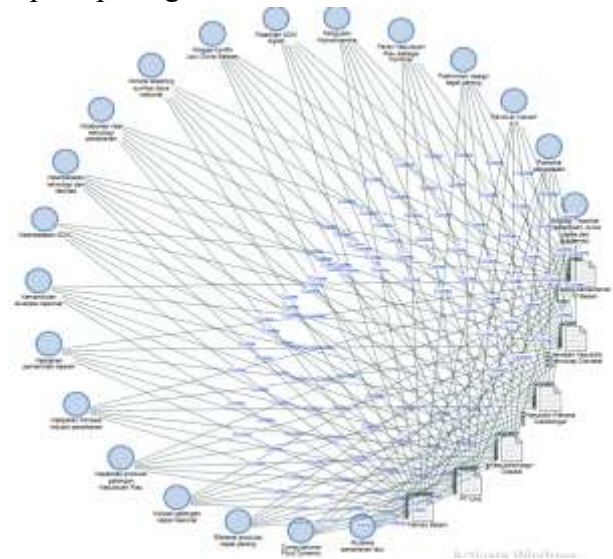
Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Nvivo 12 Plus karena mampu mengelola data kualitatif, termasuk dalam melakukan triangulasi data dan triangulasi sumber. Mind map rumusan masalah dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rumusan Masalah

Gambar 1 menunjukkan terdapat 3 permasalahan Penguatan Industri Galangan Kapal Nasional Di Kepulauan Riau Guna Mengantisipasi Konflik Laut China Selatan Dalam Rangka Menjaga Kedaulatan NKRI. Rumusan masalah adalah bagaimana Kondisi eksisting pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau, khususnya dalam pembangunan kapal perang, bagaimana Peran teknologi 4.0 dalam mempercepat pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau dan bagaimana Strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang guna mengantisipasi konflik Laut China Selatan dan

menjaga kedaulatan NKRI Berdasarkan hasil wawancara kepada responden didapatkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengolahan Pertanyaan Rumusan 1, 2 dan 3

Hasil pengolahan data menggunakan word Query seluruh permasalahan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Word Query Terhadap Pertanyaan Rumusan Masalah 1, 2 dan 3

1. Bagaimana kondisi eksisting pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau, khususnya dalam pembangunan kapal perang

Berdasarkan dari hasil koding dan query pada pertanyaan penelitian tentang kondisi existing pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau khususnya dalam pembangunan kapal perang saat ini, yang dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian tentang kondisi eksisting pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau, khususnya dalam pembangunan kapal perang

Berdasarkan skrip hasil wawancara, aspek kondisi existing pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau khususnya dalam pembangunan kapal perang saat ini:

a. Industri Galangan Kapal Nasional

Kepulauan Riau memiliki peran strategis dalam galangan kapal nasional karena lokasinya yang berbatasan dengan jalur pelayaran internasional di Laut China Selatan dan Selat Malaka. Galangan kapal di Kepri, seperti PT. Citra Shipyard Batam dan Batamindo Shipyard, telah berkontribusi pada pembuatan kapal dan kapal pendukung militer. Namun, kapasitas ini masih terbatas pada produksi kapal berukuran kecil hingga menengah (40–80 meter), sementara kapal perang modern seperti korvet atau fregat membutuhkan teknologi dan fasilitas yang lebih canggih. PT Karimun Anugerah Sejati yang berlokasi di Batam, Kepulauan Riau telah berhasil membangun kapal perang tipe Corvette yaitu KRI Bung Karno- 369 dan KROI Bung Hatta-370.

b. Kondisi Eksisting Sumber Daya Nasional

Sumber daya nasional di Kepri, baik manusia maupun material, belum sepenuhnya teroptimalkan untuk mendukung pertahanan maritim. Dari segi sumber daya alam, Kepri memiliki akses ke bahan baku seperti baja dan komponen elektronik, tetapi ketergantungan pada impor bahan mentah berkualitas tinggi—seperti baja khusus untuk lambung kapal perang—masih mencapai 60%. Sementara itu, sumber daya

manusia mayoritas bekerja pada sektor pekerjaan kasar seperti pengelasan dan perakitan, dengan hanya 15% tenaga terampil yang memiliki sertifikasi kompetensi internasional (Handayani & Ngaliman, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya nasional masih bersifat parsial dan belum terintegrasi dengan kebutuhan pertahanan.

c. Kapasitas Produksi Galangan Kepulauan Riau

Kapasitas produksi galangan di Kepri saat ini masih terfokus pada pembuatan kapal cepat dan kapal pendukung. Mansyur Hasbullah (2016) mencatat bahwa hanya 30% galangan di Kepri yang memenuhi standar kelas militer, seperti kemampuan mengintegrasikan senjata atau radar canggih. Keterbatasan ini disebabkan oleh infrastruktur yang belum memadai, seperti kurangnya dry dock berkapasitas besar untuk kapal berukuran di atas 100 meter. Sebagai contoh, proyek kapal perang hybrid yang dikembangkan PT. Lundin Industry Invest pada 2023 masih mengandalkan desain dan komponen impor, seperti baterai lithium dari Tiongkok (Maritime Executive, 2023). Ini menunjukkan bahwa kapasitas produksi belum mampu memenuhi kompleksitas teknologi alutsista modern.

d. Kebijakan Pemerintah Daerah

Pemerintah daerah Kepri telah mengeluarkan sejumlah kebijakan untuk mendukung galangan kapal, seperti insentif pajak dan kemudahan perizinan. Namun, implementasi kebijakan ini belum efektif karena kurangnya koordinasi dengan program nasional. Misalnya, program *Making Indonesia 4.0* yang dicanangkan Kementerian Perindustrian (2023) lebih pada pengembangan galangan di Jawa Timur (PT. PAL) daripada Kepri. Selain itu, alokasi anggaran daerah untuk riset dan pengembangan (R&D) teknologi maritim hanya 2% dari total APBD Kepri, jauh di bawah kebutuhan ideal 10% (LPem UI, 2023). Ketidakselarasan kebijakan ini

Gambar 5 dan 6 menunjukkan hasil visualisasi pengolahan data penelitian terkait pertanyaan penelitian permasalahan kesatu.



Gambar 6. Hasil Word Query Terhadap Pertanyaan Rumusan Masalah 1

2. Bagaimana peran teknologi 4.0 dalam mempercepat pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau

Peran teknologi 4.0 dalam mempercepat Penguatan Industri Galangan Kapal Nasional Di Kepulauan Riau Guna Mengantisipasi Konflik Laut China Selatan dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rumusan Masalah dan Pertanyaan peran teknologi 4.0 dalam mempercepat pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau

Berdasarkan skrip hasil wawancara, aspek yang mempengaruhi peran teknologi 4.0 dalam pembangunan kapal perang:

a. Revolusi Industri 4.0 sebagai Pendorong Transformasi Maritim

Revolusi Industri 4.0, yang ditandai dengan integrasi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), *Artificial*

Intelligence (AI), dan robotika, telah membuka peluang bagi Kepri untuk mentransformasi industri galangan kapal tradisional menjadi pusat produksi kapal perang yang efisien dan berdaya saing global. Menurut Zhang & Chen (2024), adopsi teknologi 4.0 di sektor maritim mampu mengurangi waktu produksi kapal hingga 30% dan meningkatkan akurasi desain hingga 95%. Di Kepri, langkah awal telah dilakukan melalui program *Making Indonesia 4.0* (Kemenperin, 2023), yang mendorong digitalisasi rantai pasok dan penggunaan *big data* untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya lokal. Contoh konkretnya adalah penerapan sistem manajemen proyek berbasis cloud di PT. Batamindo Shipyards, yang memungkinkan pemantauan real-time terhadap progres pembangunan kapal dan penggunaan material.

b. Efisiensi Produksi Kapal Perang melalui Otomasi dan Digitalisasi

Teknologi 4.0 berperan krusial dalam meningkatkan efisiensi produksi kapal perang di Kepri. Penggunaan *digital twin* (simulasi digital kapal) memungkinkan insinyur lokal menguji desain kapal secara virtual sebelum produksi fisik, mengurangi risiko kesalahan dan pemborosan material. Bappenas (2023) mencatat bahwa penerapan *digital twin* di galangan Kepri dapat menekan biaya produksi hingga 20%. Selain itu, integrasi IoT pada mesin produksi seperti CNC (*Computer Numerical Control*) memungkinkan pembuatan komponen kapal perang dengan presisi milimeter, yang sebelumnya hanya bisa dilakukan di galangan luar negeri. PT. Citra Shipyards Batam, misalnya, telah menggunakan mesin CNC untuk memproduksi komponen lambung kapal patroli cepat, yang sebelumnya diimpor dari Korea Selatan (Handayani & Ngiliman, 2022). Efisiensi ini memperkuat kemandirian industri pertahanan Indonesia.

c. Robotika Pengelasan. Meningkatkan Kualitas dan Kecepatan Produksi

Robotika pengelasan menjadi solusi atas keterbatasan SDM terampil di Kepri. Robot las yang diprogram dengan AI mampu bekerja 24 jam dengan konsistensi tinggi, mengurangi cacat produksi hingga 90% (Zhang & Chen, 2024). Di Singapura, teknologi ini telah mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, sementara di Kepri, adopsinya masih tahap awal. Maritime Executive (2023) melaporkan bahwa PT. Lundin Industry Invest mulai menggunakan robot las untuk proyek kapal patroli hybrid, tetapi skalanya masih terbatas akibat mahalnya investasi (sekitar Rp 15 miliar per unit). Untuk mengatasi ini, pemerintah perlu memberikan insentif fiskal atau skema *joint venture* dengan perusahaan teknologi global seperti ABB atau KUKA.

d. Pelatihan SDM Digital. Menjawab Kesenjangan Kompetensi

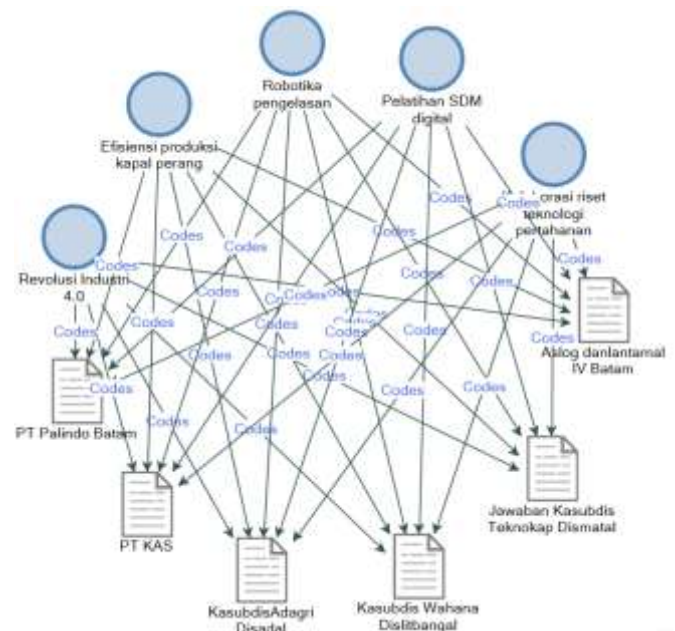
Keterbatasan SDM di Kepri dalam mengoperasikan teknologi 4.0 menjadi tantangan utama. Mayoritas pekerja galangan kapal hanya memiliki keterampilan dasar pengelasan manual, sementara teknologi 4.0 membutuhkan kompetensi dalam pemrograman robot dan analisis data. Pembangunan pusat pelatihan maritim berbasis *virtual reality* (VR) untuk mensimulasikan proses produksi kapal perang. Kolaborasi dengan perguruan tinggi seperti Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) juga diperlukan untuk menyusun kurikulum spesialisasi *marine engineering* yang terintegrasi dengan AI dan IoT.

e. Kolaborasi Riset Teknologi Pertahanan: Sinergi Triple Helix

Kolaborasi riset antara akademisi, industri, dan pemerintah (*Triple Helix*) menjadi kunci pengembangan teknologi pertahanan berbasis 4.0 di Kepri. Model ini, yang diusung Etzkowitz & Leydesdorff (1995), telah berhasil diimplementasikan di negara seperti

Korea Selatan, di mana riset antara universitas dan Hyundai Heavy Industries melahirkan kapal perang siluman (*stealth ship*). Di Kepri, sinergi ini masih lemah. Nugraha (2023) menyarankan pembentukan konsorsium riset maritim yang melibatkan Perguruan Tinggi, PT. PAL Indonesia, dan Kementerian Pertahanan untuk fokus pada inovasi seperti baterai lithium lokal untuk kapal hybrid atau sistem sonar autonom. Pendanaan riset dapat bersumber dari skema *matching fund* pemerintah, seperti yang diatur dalam RPJMN 2020–2024.

Teknologi 4.0 berpotensi mentransformasi Kepri menjadi hub industri kapal perang modern, tetapi implementasinya memerlukan strategi holistik. Efisiensi produksi, peningkatan kualitas SDM, dan kolaborasi riset menjadi pilar utama. Dengan dukungan kebijakan yang tepat, Kepri dapat mengurangi ketergantungan impor alutsista sekaligus memperkuat posisi Indonesia sebagai poros maritim global. Tanpa langkah ini, Kepri berisiko tertinggal dalam persaingan dengan negara lain.



Gambar 8. Intrumen Infroman terhadap peran teknologi 4.0 dalam mempercepat pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau

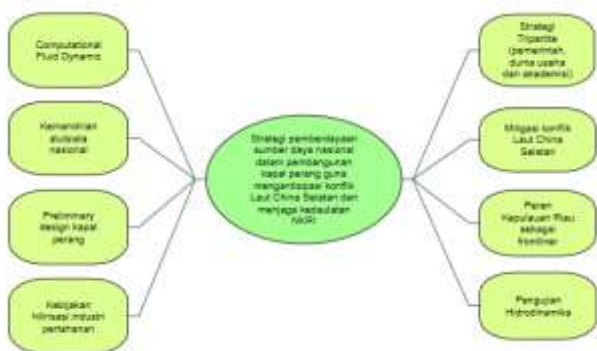
Gambar 8 dan 9 menunjukkan hasil visualisasi pengolahan data penelitian terkait pertanyaan penelitian permasalahan kedua.



Gambar 9. Hasil Word Query Terhadap Pertanyaan peran teknologi 4.0 dalam mempercepat pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau

3. Bagaimana strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang guna mengantisipasi konflik Laut China Selatan dan menjaga kedaulatan NKRI

Strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang dikeulauan Riau, yang dikelompokkan berdasarkan kategori tertentu dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Rumusan Masalah dan Pertanyaan strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang guna meng-antisipasi konflik Laut China Selatan dan menjaga kedaulatan NKRI

Faktor faktor yang berpengaruh dalam Strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang dikeulauan Riau yaitu:

1. Strateg Tripartite: Kolaborasi Pemerintah, Dunia Usaha, dan Akademisi

Kolaborasi tripartite (pemerintah, industri, dan akademisi) menjadi kunci untuk memperkuat kapasitas pembangunan kapal perang. Model *Triple Helix* yang diusung Etzkowitz & Leydesdorff (1995) menekankan pentingnya sinergi dalam inovasi teknologi pertahanan. Contoh konkretnya adalah pembentukan konsorsium riset antara Kementerian Pertahanan, PT. PAL Indonesia, dan perguruan tinggi untuk mengembangkan kapal perang berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Pemerintah berperan sebagai regulator dan penyedia anggaran, industri menyediakan infrastruktur produksi, sementara akademisi berkontribusi dalam riset desain dan material. Di Kepulauan Riau, sinergi ini dapat diwujudkan melalui pendirian *Maritime Innovation Hub* di Batam yang melibatkan Umrah, PT. Citra Shipyard, dan Pemda Kepri.

2. Pemanfaatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk Optimalisasi Desain

CFD adalah teknologi simulasi aliran fluida yang mampu meningkatkan efisiensi hidrodinamika kapal perang. Penggunaan CFD pada tahap *preliminary design* memungkinkan insinyur mempercepat pengujian model desain. Hal ini karena dengan menggunakan CFD bisa dibuat beberapa desain dan kemudian desain terbaik dibuat model. Model kapal tersebut kemudian di lakukan pengujian tahanan kapal, propulsi maupun satabilitas kapal di leaboratorium hidrodinamika. Di Kepri, implementasi CFD masih terbatas akibat mahalnya lisensi software (sekitar Rp 2 miliar/tahun) dan kurangnya SDM ahli. Solusinya, pemerintah dapat menggandeng perusahaan seperti ANSYS atau Siemens untuk memberikan pelatihan dan subsidi lisensi CFD bagi galangan lokal. Kolaborasi dengan universitas seperti ITS juga diperlukan untuk mengembangkan desain kapal perang.

3. Kemandirian Alutsista Nasional melalui Hilirisasi Industri Pertahanan

Kemandirian alutsista memerlukan hilirisasi industri pertahanan, yakni integrasi rantai pasok dari hulu (bahan baku) ke hilir (produksi akhir). Saat ini, 70% komponen kapal perang masih diimpor, termasuk mesin diesel MTU dari Jerman dan radar Thales dari Prancis (Hikmawan et al., 2023). Untuk mengurangi ketergantungan diperlukan beberapa strategi yaitu Pemanfaatan nikel Kepri (cadangan terbesar di Indonesia) untuk produksi baterai kapal hybrid, Insentif fiskal bagi perusahaan yang memproduksi komponen kritis seperti girboks dan sistem propulsi dan Penetapan standar SNI untuk material kapal perang.

4. Mitigasi Konflik Laut China Selatan melalui Kapasitas Tempur dan Diplomasi

Sebagai wilayah terdepan (frontliner), Kepulauan Riau memegang peran krusial dalam mitigasi konflik Laut China Selatan. Penguatan infrastruktur maritim di Kepri, seperti pembangunan dry dock berkapasitas 100.000 DWT di Batam dan pusat logistik terintegrasi di Pelabuhan Batu Ampar, dapat mempercepat produksi dan perawatan kapal perang. Fasilitas ini akan mengurangi waktu respons TNI AL terhadap pelanggaran wilayah.

5. *Preliminary Design* Kapal Perang

Tahap *preliminary design* harus didukung oleh pengujian hidrodinamika. Indonesia saat ini hanya memiliki fasilitas *towing tank* dan manouvering basin di Lembaga Hidrodinamika Indonesia Badan Riset dan Inovasi Nasional Surabaya. Untuk mempercepat waktu *preliminary design* maka perlu beberapa desain dan pengujian dengan menggunakan *smarine software CFD*. Setelah didesain dan simulasi dengan menggunakan CFD maka dipilih 3 desain terbaik dan kemudian di buat model kapal. Model kapal dibuat berdasarkan aturan International Towing Tank Conference. CFD dan uji skala kecil di laboratorium UMRAH juga dapat menjadi alternatif. Pengujian ini

penting untuk memvalidasi kinerja kapal sebelum produksi

6. Peran Kepulauan Riau sebagai *Frontliner*.

Sebagai wilayah terdepan, Kepri perlu Penguatan Infrastruktur dan Logistik menjadi basis produksi dan perawatan kapal perang. Beberapa langkah strategis:

7. Pengujian Hidrodinamika untuk Validasi Kinerja Kapal

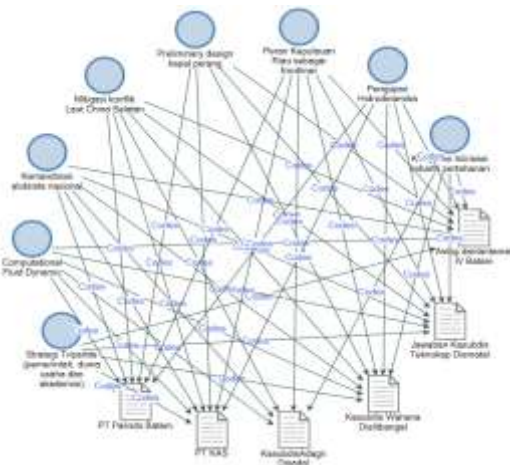
Pengujian hidrodinamika di *towing tank* atau *cavitation tunnel* diperlukan untuk memvalidasi desain kapal sebelum produksi. Indonesia saat ini hanya memiliki fasilitas *towing tank* di LHI BRIN yang memiliki standar International Towing Tank Conference (ITTC) dan ITS Surabaya, yang kapasitasnya terbatas. Seluruh desain kapal sebaiknya dilakukan pengujian terlebih dahulu di LHI BRIN agar didapatkan hasil desain yang sesuai dengan kecepatan kapal yang diinginkan

8. Kebijakan Hilirisasi Industri Pertahanan

Hilirisasi industri pertahanan memerlukan kebijakan terintegrasi seperti pada penyusunan peta jalan 2025–2045 yang fokus pada kemandirian komponen kritis, tax holiday 10 tahun untuk perusahaan yang berinvestasi di hilirisasi maritim Kepri. Kebijakan hilirisasi industri pertahanan harus diperkuat dengan masterplan terintegrasi, seperti penetapan target 60% komponen lokal dalam kapal perang sesuai Perpres No. 16/2018. Alokasi 15% APBD Kepri untuk pengembangan SDM dan teknologi maritim, serta kerja sama dengan Korea Selatan atau Belanda dalam transfer teknologi kapal siluman, dapat menjadi langkah strategis.

Dengan kombinasi inovasi teknologi, penguatan industri lokal, dan posisi geostrategis Kepri, Indonesia tidak hanya mampu menjaga kedaulatan NKRI tetapi juga menegaskan diri sebagai poros maritim global. Tanpa langkah ini, ketergantungan pada impor alutsista akan terus melemahkan posisi tawar Indonesia di

tengah dinamika geopolitik Laut China Selatan yang semakin panas.



Gambar 11. Hasil visualisasi pengolahan data penelitian terkait bagaimana strategi pemberdayaan sumber daya nasional dalam pembangunan kapal perang guna mengantisipasi konflik Laut China Selatan dan menjaga kedaulatan NKRI.

Gambar 11 dan 12 menunjukkan hasil visualisasi pengolahan data penelitian terkait pertanyaan penelitian permasalahan ketiga.



Gambar 12. Hasil Word Query Terhadap
Pertanyaan terkait bagaimana strategi pemberdayaan
sumber daya nasional dalam pembangunan kapal
perang guna mengantisipasi konflik Laut China
Selatan dan menjaga kedaulatan NKRI

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Nvivo, kemudian digunakan sebagai dasar analisis menggunakan SWOT.

Kekuatan (*Strengths*)

1. Industri Galangan Kapal Nasional
Indonesia memiliki industri galangan kapal

yang cukup luas dan tersebar, termasuk galangan nasional yang telah terbukti mampu membangun kapal patroli dan kapal cepat rudal. Ini menjadi fondasi penting dalam mendukung kemandirian pertahanan laut.

2. Kapasitas Produksi Galangan Kepulauan Riau Kepulauan Riau memiliki lebih dari 100 galangan kapal, menjadikannya sebagai kawasan dengan kapasitas produksi terbesar di Indonesia. Kepri telah berhasil membangun 2 korvet KRI Bung Karno-369 dan KRI Bung Hatta-370.
3. Dukungan Pembangunan Alutsista Pertahanan Laut Industri galangan di Kepri telah mendapat kepercayaan membangun kapal perang untuk TNI AL, menunjukkan keterlibatan langsung dalam program strategis pertahanan nasional.
4. Peran Kepulauan Riau sebagai *Frontliner* Letak geografis Kepri yang berbatasan langsung dengan Laut China Selatan menjadikannya sebagai garis depan pertahanan maritim NKRI, sehingga optimalisasi galangan di wilayah ini sangat strategis.

Kelemahan (*Weaknesses*)

1. Keterbatasan SDM. Masih minimnya tenaga ahli yang menguasai teknologi pembangunan kapal perang menghambat efektivitas dan efisiensi produksi kapal perang di galangan nasional.
2. Keterbatasan Penguasaan Teknologi 4.0 Sebagian besar galangan kapal belum menerapkan teknologi otomasi, AI, atau sistem produksi digital, sehingga belum maksimal dalam efisiensi dan presisi produksi.
3. Keterbatasan Fasilitas Pembangunan Kapal. Perang Fasilitas modern seperti dry dock besar, alat pengelasan otomatis, atau fasilitas pengujian bahan baku masih belum merata di semua galangan kapal di Kepri.
4. Kapal Satu Kelas Namun Berbeda Desain. Desain kapal yang dibuat oleh pihak ketiga dan kurangnya standardisasi desain menyebabkan kapal dengan kelas yang sama

memiliki spesifikasi teknis berbeda, menyulitkan pemeliharaan, logistik, dan interoperabilitas sistem senjata.

Peluang (*Opportunities*)

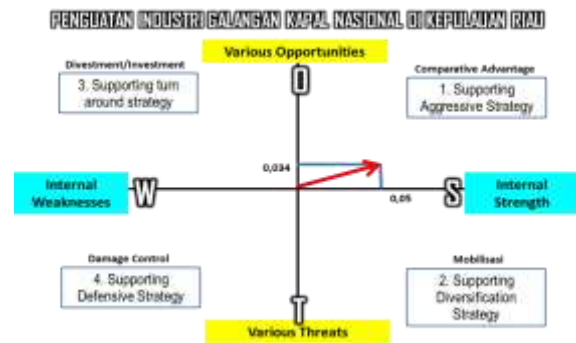
1. Revolusi Industri 4.0. Implementasi teknologi 4.0 seperti IoT, big data, dan AI membuka peluang transformasi digital pada industri galangan kapal untuk mencapai produksi yang lebih efisien dan presisi tinggi.
2. Kolaborasi Tripartite Riset Teknologi Pertahanan. Sinergi antara pemerintah, akademisi, dan industri (triple helix) mempercepat transfer pengetahuan dan peningkatan kemampuan dalam teknologi pembuatan kapal.
3. Computational Fluid Dynamic (CFD) Penggunaan software CFD dapat mempercepat desain dan simulasi kapal, meningkatkan efisiensi desain tanpa perlu banyak prototipe fisik.
4. Pengujian Hidrodinamika di LHI BRIN Fasilitas pengujian dari BRIN memberikan dukungan teknis penting dalam validasi desain kapal, memperkuat kualitas desain yang dihasilkan industri galangan kapal nasional.

Kendala (*Threats*):

1. Eskalasi Ketegangan Laut China Selatan. Meningkatnya ketegangan geopolitik di wilayah ini dapat mengganggu stabilitas keamanan dan logistik maritim, termasuk ancaman terhadap proses produksi kapal.
2. Kebijakan Pemerintah Daerah. Kurangnya harmonisasi antara kebijakan pusat dan daerah dalam mendukung industri pertahanan dapat memperlambat pembangunan infrastruktur galangan kapal dan pengadaan sumber daya.
3. Kemandirian Alutsista Nasional. Masih tingginya ketergantungan pada komponen impor untuk sistem senjata dan teknologi kunci menjadi hambatan dalam mewujudkan kemandirian industri pertahanan laut.

4. Preliminary Design Kapal Perang Membutuhkan Waktu Lama Proses desain awal yang kompleks dan Panjang dan dilakukan pihak ketiga membuat proses Pembangunan kapal menjadi lama.

Hasil diagram SWOT pada gambar 12.



Gambar 13. Analisis SWOT

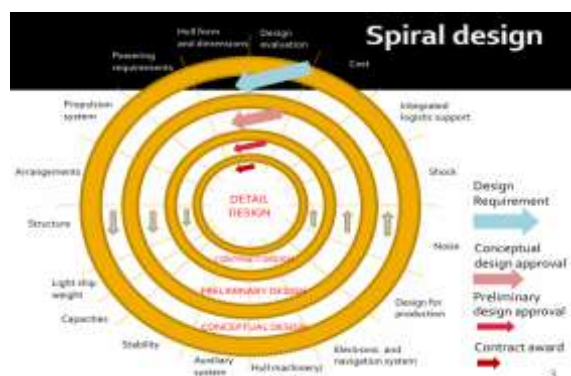
Berdasarkan hasil analisis SWOT pada gambar 13, Kepulauan Riau berada pada kuadran pertama yang didominasi oleh kekuatan internal dan peluang eksternal. Hal ini menunjukkan bahwa strategi agresif (SO – Strengths-Opportunities) merupakan pendekatan yang paling tepat untuk mengoptimalkan potensi wilayah tersebut. Strategi ini berfokus pada pemanfaatan keunggulan yang dimiliki untuk memaksimalkan peluang yang tersedia. Beberapa strategis dapat diimplementasikan guna meningkatkan pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau.

Pertama, perlu dilakukan penguatan posisi strategis Kepulauan Riau melalui pemanfaatan geostrategis dengan membangun fasilitas dan pangkalan militer modern guna memantau jalur pelayaran internasional serta mendeteksi ancaman keamanan maritim. Selain itu, dan pengawasan di perairan sekitar harus ditingkatkan dengan menggunakan teknologi canggih dan kapal perang modern untuk memperkuat keamanan wilayah.

Kedua, pengembangan pertahanan dapat dilakukan dengan meningkatkan investasi di infrastruktur galangan kapal serta mendorong kolaborasi antara pemerintah, BUMN, dan swasta guna memperkuat kapasitas produksi dan inovasi di sektor pertahanan.

Ketiga, integrasi teknologi 4.0 seperti kecerdasan buatan, big data, dan otomatisasi perlu diimplementasikan dalam pertahanan dan keamanan untuk meningkatkan efisiensi operasional. Pengembangan teknologi juga harus didorong melalui riset dan inovasi guna mengurangi ketergantungan pada teknologi asing. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah metode Technometric, yang meliputi empat komponen utama. Komponen Technoware (T) menekankan pentingnya penyediaan sarana dan prasarana memadai agar proses produksi berjalan optimal. Komponen Humanware (H) mencakup sertifikasi SDM dan rekrutmen berstandar jelas untuk meningkatkan kualitas tenaga kerja. Sementara itu, komponen Inforware (I) melibatkan koordinasi dengan pemesan terkait standar desain, sedangkan komponen Orgaware (O) berfokus pada penyempurnaan struktur organisasi untuk menciptakan manajemen yang lebih efektif. Dengan menerapkan strategi-strategi tersebut, diharapkan Kepulauan Riau dapat mengoptimalkan potensinya dalam berbagai aspek, mulai dari pertahanan, hingga penguasaan teknologi.

Keempat adalah Kolaborasi Tripartit dalam Perancangan Kapal Indigenous. Untuk mewujudkan kapal perang berbasis desain, diperlukan sinergi antara pemerintah, akademisi, dan 57octoral. Universitas dan penelitian dapat dilibatkan dalam pengembangan kurikulum khusus serta riset terapan di bidang teknologi kelautan dan pertahanan. Proses perancangan kapal mengikuti metode spiral design yang terdiri dari empat tahap berlapis:



Gambar 14. Spiral Desain kapal(Rawson, 2001)

Tahapan Pembangunan kapal dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

1. Konsep Desain (*Concept Design*)

Tahap ini ditentukan oleh pemesan (user), mencakup spesifikasi dasar seperti jenis kapal, zona operasi, dan parameter umum lainnya.

2. Desain Awal (*Preliminary Design*)

Tahapan krusial yang melibatkan: Analisis mendalam oleh ahli berbagai bidang (struktur kapal, propulsi, mesin, dll.). Koordinasi multidisiplin karena perubahan satu komponen akan memengaruhi komponen lainnya. Pembuatan lines plan dan pengujian model kapal/propeller di laboratorium hidrodinamika. Proses doctoral yang memakan waktu hingga 1+ tahun untuk kapal pertama, namun lebih cepat untuk kapal sejenis berikutnya.

3. Desain Kontrak (*Contract Design*)

Memuat gambar teknis, spesifikasi peralatan, dan persyaratan mesin. Mengacu standar *International Association of Classification Societies (IACS)*, meski kapal perang tidak wajib diklasifikasi.

Kontrak harus jelas, menggunakan bahasa baku, dan menghindari ambiguitas. Galangan wajib memahami kebutuhan pemesan dan mematuhi jadwal yang disepakati.

4. Desain Detil (*Detail Design*)

Dibuat oleh galangan dengan pedoman aturan klasifikasi. Setiap perubahan, sekecil apa pun, harus disetujui pemesan, surveyor, dan biro klasifikasi.

Proses Pembangunan Kapal Perang (KRI):

Proses pembangunan KRI diawali dengan penyusunan Kebutuhan Operasional (Opsreq) dan diakhiri dengan Uji Coba Laut (*Sea Trial*). yang memakan waktu hingga 1 tahun, tergantung kapasitas galangan, sehingga dinilai kurang efisien. Untuk memangkas waktu, penulis mengusulkan model Tripartite, yaitu kolaborasi antara:

1. TNI AL sebagai pengguna.

2. Akademisi dan badan Riset (BRIN/STTAL).
3. Industri galangan kapal Nasional (BUMN/BUMS).

Setelah Opsreq disetujui, TNI AL mengajak STTAL dan BRIN untuk merancang beberapa opsi desain kapal dan sistem propulsi. STTAL menggunakan teknologi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* untuk simulasi digital guna menyeleksi 3 desain terbaik. Desain final kemudian diserahkan ke Industri Galangan kapal Nasional (Ingalkapnas) untuk eksekusi produksi.

Pendekatan Triple Helix tidak hanya memangkas waktu pembangunan tetapi juga meningkatkan kemandirian teknologi pertahanan. Kolaborasi multidisiplin ini memastikan desain kapal sesuai kebutuhan operasional sekaligus mengoptimalkan sumber daya nasional, menjadikan KRI lebih efektif dalam menjaga kedaulatan NKRI

D. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang dikaji melalui tinjauan teoritis dan studi terdahulu, diperoleh beberapa temuan utama beserta rekomendasi sebagai berikut:

a. Evaluasi Kondisi Eksisting

Upaya pemberdayaan sumber daya nasional di Kepulauan Riau, khususnya dalam pembangunan kapal perang, telah menunjukkan kemajuan. Namun, beberapa tantangan masih ditemui, terutama terkait keterbatasan infrastruktur, kualitas SDM, dan penguasaan teknologi. Industri galangan kapal setempat belum mampu mengoptimalkan potensinya secara maksimal, sehingga diperlukan intervensi strategis untuk meningkatkan daya saing global sekaligus memperkuat pertahanan nasional.

b. Peran Transformasi Digital

Penerapan teknologi 4.0, seperti *Computational Fluid Dynamics (CFD)*, dapat mempercepat proses desain kapal dan meningkatkan efisiensi produksi. Kolaborasi antara pemerintah, industri, dan akademisi (*tripartite*) perlu diintensifkan untuk menghasilkan desain kapal perang berbasis lokal (*indigenous ship*), yang selanjutnya dapat diwujudkan oleh industri galangan nasional di Kepulauan Riau sebagai platform pertahanan.

c. Strategi Penguatan Kapasitas

Peningkatan kapabilitas teknologi, pengembangan kompetensi SDM, dan modernisasi infrastruktur industri pertahanan harus menjadi prioritas. Setiap proyek pembelian atau pembangunan kapal perang baru wajib mencakup mekanisme *Transfer of Technology (ToT)*.

2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang didapatkan, peneliti ingin memberikan beberapa saran sebagai berikut:

a. Pemerintah perlu memperkuat kebijakan industri pertahanan nasional dengan memberikan insentif fiskal, regulasi yang akomodatif, dan dukungan infrastruktur untuk percepatan adopsi teknologi 4.0 di sektor galangan kapal, khususnya di Kepulauan Riau. Hal ini dapat dilakukan melalui skema insentif pajak, percepatan perizinan, serta program pelatihan terpadu berbasis kolaborasi triple helix (pemerintah–industri–akademisi) guna menciptakan SDM maritim yang kompeten dan bersertifikasi internasional.

b. TNI sebagai pengguna utama alutsista nasional harus mendorong dan memprioritaskan penggunaan produk galangan kapal dalam negeri untuk mendukung kemandirian pertahanan. TNI dapat menjadi mitra aktif dalam proses validasi desain, uji performa, dan integrasi sistem persenjataan kapal perang yang dikembangkan di dalam negeri, sehingga menciptakan umpan balik

yang konstruktif bagi penguatan industri strategis nasional.

c. TNI Angkatan Laut perlu terlibat secara aktif dalam seluruh proses pembangunan kapal perang, mulai dari tahap perancangan hingga pengoperasian. Di samping itu, TNI AL juga perlu menginisiasi dan memperjuangkan pelaksanaan *transfer of technology* (ToT) dalam setiap pengadaan kapal perang baru. Langkah ini penting untuk memastikan bahwa teknologi dan keahlian yang diperoleh dapat dimanfaatkan guna meningkatkan kemampuan tempur dan menjaga kedaulatan di wilayah Kepulauan Riau.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. (2023). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020–2024: Penguatan Industri Maritim Nasional. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Barrass, C. B., & Derrett, D. R. (2006). *Ship Design and Performance for Masters and Mates* (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-6737-6.X5000-7>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203942895>
- Etzkowitz, H. (2019). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429030356>
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix—University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development. *EASST Review*, 14(1), 14–19.
- Global Firepower. (2025). 2025 Military Strength Ranking. <https://www.globalfirepower.com/>
- Handayani, I. F., & Ngalian. (2022). Analisis Kinerja Pada Perusahaan Galangan Kapal PT. Citra Shipyard Batam Dalam Kaitannya Dengan Komunikasi, Kompetensi dan Stress Kerja. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia*, 16(1), 45–55. <https://doi.org/10.31294/jmsdm.v16i1.12345>
- Hikmawan, G., Muhammad, A. S., & Sahide, M. A. K. (2023). China's Naval Modernization and Its Strategic Implications. *Journal of Maritime Security*, 12(1), 55–72. <https://doi.org/10.1016/j.jmars.2023.101154>
- I Ketut Aria Pria Utama, Budi Wiweko, Ivandini T Anggraningrum, Noorhadi Hasan, & Syarif Hidayat. (2023). *Membangun Bangsa Cerdas: Kontribusi Pemikiran Ilmuan AIPI*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Jackson, K., & Bazeley, P. (2019). *Qualitative data analysis with NVivo* (3rd ed.). SAGE.
- Kajian, T., et al. (2023). Tantangan Kedaulatan Indonesia di Laut China Selatan. *Jurnal Pertahanan dan Keamanan*, 9(2), 99–117. <https://doi.org/10.25077/jpk.9.2.2023.99-117>
- Kementerian Perindustrian. (2023). *Making Indonesia 4.0: Strategi Transformasi Industri Nasional*. Jakarta: Kemenperin.

- Kusumaatmadja, M. (2021). *Hukum Internasional dan Kedaulatan Negara*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- LPEM UI. (2023). *Kajian Industri Pertahanan dan Rantai Pasok Maritim Indonesia*. Jakarta: LPEM FEB UI.
- Mansyur Hasbullah. (2016). Strategi Penguatan Galangan Kapal Nasional Dalam Rangka Memperkuat Efektifitas Dan Efisiensi Armada Pelayaran Domestik Nasional 2030. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 14(1), 103–112. <https://doi.org/10.51742/jalasena.v2i2.291>
- Maritime Executive. (2023). Indonesia Develops Hybrid Naval Patrol Vessel with Local Industry. Retrieved from <https://maritime-executive.com/article/indonesia-develops-hybrid-naval-vessel>
- Nugraha, A. (2023). Pembangunan Galangan Kapal di Wilayah Strategis: Studi Kasus Kepulauan Riau. *Jurnal Teknologi Pertahanan*, 11(1), 88–102. <https://doi.org/10.21070/jtp.v11i1.1234>
- Nursafitri, A., & Ramadhan, S. P. (2022). Diplomasi Maritim Indonesia Di Kancan Internasional Dengan Memaksimalkan Potensi Kemaritiman Kepulauan Riau. *Jurnal Hubungan Internasional*, 10(2), 88–102. <https://doi.org/10.22212/jhi.v10i2.6789>
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-11336-1>
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1: Hydrostatics and Strength). Butterworth Heinemann.
- Singh, R. P. (2021). China's Maritime Strategy and the Nine Dash Line: Implications for ASEAN. *Asian Strategic Review*, 14(3), 201–220. <https://doi.org/10.1080/09700161.2021.143.201>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suharyo, O. S. (2018). Kemandirian Industri Pertahanan Indonesia: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Strategi Pertahanan*, 4(2), 76–90. <https://doi.org/10.33579/jsp.v4i2.456>
- Sukma, R. (2020). Indonesia's Maritime Security Challenges in the South China Sea. *Contemporary Southeast Asia*, 42(1), 1–18. <https://doi.org/10.1355/cs42-1a>
- Wakino, H., & Siregar, D. (2021). Politik Luar Negeri Indonesia dalam Menghadapi Ancaman di Laut China Selatan. *Jurnal Ilmu Hubungan Internasional*, 7(1), 23–38. <https://doi.org/10.12345/jihi.v7i1.234>
- Zhang, X., & Chen, D. (2024). Shipbuilding 4.0: A Systematic Literature Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(1), 25. <https://doi.org/10.3390/jmse12010025>
- Zimmerman, M. A. (2000). Empowerment Theory: Psychological, Organizational, and Community Levels of Analysis. In J. Rappaport & E. Seidman (Eds.), *Handbook of Community Psychology* (pp. 43–63). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4193-6_2