

NILAI STRATEGIS POROS PENGGERAK LISTRIK TERINTEGRASI BAGI KRI DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN OPERASI KEAMANAN LAUT NUSANTARA

Jonathan Setia

Pasis Dikreg Seskoal Angkatan ke-64

jonathansetia.js@gmail.com

<http://doi.org/10.52307/jmi.v9i12.198>

Abstrak

Poros penggerak listrik terintegrasi mulai diadopsi oleh berbagai Angkatan Laut negara adidaya demi peningkatan efektivitas operasi yang diselenggarakan. Penelitian ini membahas nilai strategis dari penerapan sistem poros penggerak listrik terintegrasi pada KRI dalam meningkatkan kemampuan operasi keamanan laut di Nusantara. Dengan pendekatan kualitatif dan metode analisis deskriptif, data dikumpulkan melalui studi literatur, wawancara, dan observasi langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem propulsi listrik terintegrasi menawarkan berbagai keuntungan, termasuk efisiensi energi, pengurangan kebisingan, dan peningkatan manuverabilitas, yang semuanya berkontribusi pada efektivitas misi keamanan laut. Namun, tantangan terkait biaya investasi dan pemeliharaan menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Penelitian ini merekomendasikan analisis mendalam mengenai biaya-manfaat serta strategi untuk mengatasi hambatan dalam penerapan teknologi ini, sehingga dapat memperkuat posisi Indonesia sebagai kekuatan maritim yang tangguh.

Kata Kunci : Keamanan Laut, KRI, Poros Penggerak Listrik Terintegrasi

Abstract

Integrated electric drive shafts are being adopted by various naval forces of superpower countries to enhance the effectiveness of their operations. This study discusses the strategic value of implementing an integrated electric propulsion system on Indonesian Navy Ships to enhance maritime security operational capabilities in the archipelago. Using a qualitative approach and descriptive analysis methods, data were collected through literature studies, interviews, and direct observations. The results indicate that the integrated electric propulsion system offers various advantages, including energy efficiency, noise reduction, and improved maneuverability, all of which contribute to the effectiveness of maritime security missions. However, challenges related to investment costs and maintenance are significant factors that need to be addressed. This research recommends a thorough analysis of cost-benefit considerations and strategies to overcome obstacles in the implementation of this technology, thereby strengthening Indonesia's position as a formidable maritime power.

Keywords: Maritime Security, Indonesian Navy Ships, Integrated Electric Propulsion.

PENDAHULUAN

Keamanan laut merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kedaulatan dan integritas wilayah suatu negara, terutama bagi Indonesia yang memiliki wilayah perairan yang luas. Dalam konteks ini, KRI sebagai kekuatan utama TNI Angkatan Laut memegang peranan vital dalam melaksanakan operasi keamanan laut.¹ Indonesia sebagai negara kepulauan menghadapi berbagai tantangan dalam menjaga keamanan laut, termasuk pencurian sumber daya alam, penyelundupan, dan ancaman terorisme. Aktivitas pencurian ikan ilegal dan eksploitasi sumber daya laut lainnya menjadi masalah serius yang mengancam kestabilan ekonomi dan lingkungan. Selain itu, aktivitas penyelundupan barang dan manusia serta munculnya kelompok ekstremis yang memanfaatkan wilayah perairan untuk melakukan aksi teror juga menjadi ancaman yang harus dihadapi.²

Inovasi dan modernisasi dalam sistem propulsi, akan meningkatkan kemampuan KRI. Integrasi poros penggerak listrik di KRI dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kemampuan operasi keamanan laut. Penggunaan poros penggerak listrik terintegrasi dalam KRI menawarkan berbagai keuntungan,

antara lain efisiensi energi, performa tinggi, dan pengurangan kebisingan. Sistem propulsi listrik dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, sehingga lebih ramah lingkungan.³ Selain itu, dengan kemampuan akselerasi yang lebih baik, kapal dapat merespons situasi darurat dengan lebih cepat. Penggunaan propulsi listrik juga menghasilkan suara yang lebih rendah, sehingga meningkatkan kemampuan stealth kapal dalam operasi militer.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai strategis dari penerapan sistem propulsi listrik pada KRI dan dampaknya terhadap efektivitas misi keamanan laut di Nusantara serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem pertahanan maritim Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang peran poros penggerak listrik terintegrasi dalam meningkatkan kemampuan operasi KRI, serta memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi keamanan laut yang lebih efektif dan efisien di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode analisis deskriptif untuk mengevaluasi penerapan sistem propulsi listrik terintegrasi pada KRI. Data dikumpulkan melalui studi literatur serta observasi

¹ Joeliherman, J. (2025), Pertahanan Litoral Dihadapkan Pada Keberadaan Alki Yang Membelah Di Tengah Gugus Kepulauan Indonesia, *Jurnal Maritim Indonesia*, Vol.13, No. 1, H 86-102.

² Hermawan, T., Sutanto, R. (2022), Strategi Pertahanan Laut Indonesia Dalam Analisa Ancaman Dan Kekuatan Laut, *Jurnal Education and development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, Vol.10, No.2, H 363-371.

³ Nuchturee, C., Li, T., Xia.H. (2020), Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships – A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 134, No. 37, H 110-145.

langsung terhadap kapal yang menerapkan teknologi ini. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengidentifikasi tema-tema utama terkait keuntungan dan tantangan dalam penerapan sistem propulsi listrik, serta studi kasus dari negara-negara yang telah mengadopsi teknologi serupa.

Selanjutnya, dampak penerapan sistem ini dievaluasi melalui penilaian kinerja yang mencakup analisis biaya-manfaat dan identifikasi tantangan, seperti biaya investasi dan kebutuhan pemeliharaan. Hasil penelitian akan memberikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem pertahanan maritim Indonesia, serta strategi untuk mengatasi tantangan dalam penerapan teknologi propulsi listrik terintegrasi, sehingga dapat meningkatkan efektivitas misi keamanan laut di Nusantara.

PEMBAHASAN

Beberapa waktu lalu, berhembus sebuah berita tentang penanda tangan kontrak oleh *Defence Science and Technology Agency* (DSTA) Singapura dengan perusahaan galangan kapal terkemuka milik Swedia (SAAB). Kontrak ini berisi tentang modernisasi kemampuan Angkatan Laut Singapura dengan membangun 6 unit kapal bertipe *Multi Role Combat Vessel* (MRCV).⁴ Kapal

⁴ Adrian, B. (2023). DSTA Singapura dan Saab Swedia Sepakat Kembangkan Multi-Role Combat Vessel. Mylesat.com., <https://mylesat.com/2023/03/30/dsta-singapura-dan-saab-swedia-sepakat-kembangkan-multi-role-combat-vessel/#:~:text=MYLESAT.COM%20%E2%80%93%20Badan%20Sains%20dan%20Teknologi%20Pertahanan,akan%20membuat%20kedua%20organisasi%20bersama%20sama%20mengimplementasikan%20inisiatif>. Diakses 5 Juni 2025, Pukul 19.00 WIB.

dimaksud akan menggantikan Korvet Kelas Victory milik Angkatan Laut Singapura yang akan memasuki masa pensiun pada tahun 2028. MRCV yang dibangun ini akan berdimensi lebih besar (hingga seukuran Frigate) dan menggunakan ***Integrated Electric Propulsion System*** atau **Poros Penggerak Listrik Terintegrasi**.⁵ Hal ini tentu menjadi sebuah terobosan besar untuk Singapura dalam memperkuat eksistensinya di kawasan regional.

Mengacu pada Departemen Pertahanan Australia, kapal-kapal yang mengadopsi teknologi poros penggerak listrik terintegrasi menawarkan sejumlah keuntungan signifikan. Salah satu keunggulan utama adalah peningkatan kecepatan dan efisiensi dalam operasi, yang sangat penting dalam konteks militer. Selain itu, sistem ini juga menghasilkan tingkat kebisingan yang rendah dari ruang mesin, yang menjadi faktor krusial bagi kapal perang saat melaksanakan misi, baik dalam operasi sehari-hari maupun dalam situasi pertempuran. Angkatan Laut Australia telah mengintegrasikan sistem poros penggerak listrik pada kapal induk helikopter mereka, yang dikenal sebagai Kelas Canberra.⁶ Sebelumnya, teknologi serupa juga telah diterapkan pada kapal-

⁵ Nuchturee, C., Li, T., Xia, H. (2020). Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 134, Page 110-145.

⁶ Departement of Defence Australy (20 07). *Amphibious Ships*. http://www.navy.gov.au/w/images/Semaphore_2007_14.pdf. Diakses 5 Juni 2025, Pukul 19.30 WIB.

kapal hidro oseanografi mereka.⁷ Bagi Angkatan Laut Australia hal ini akan meningkatkan kapabilitas operasional mereka.

Berbagai kapal perang modern saat ini telah mengimplementasikan sistem poros penggerak listrik terintegrasi dalam desain kapal-kapal terbaru mereka. Beberapa contoh kapal yang menerapkan teknologi ini meliputi: Proyek Destroyer Rudal Terpandu (Angkatan Laut Amerika Serikat-AS), Destroyer Tipe 45 (Angkatan Laut Kerajaan Inggris), Destroyer Kelas Zumwalt (Angkatan Laut AS), Kapal Induk Kelas Queen Elizabeth (Angkatan Laut Kerajaan Inggris), Kapal LHD Juan Carlos I (Angkatan Laut Spanyol), Kapal Shirase (Angkatan Laut Bela Diri Maritim Jepang), Kapal Survei Oseanografi Kelas Nichinan dan Shounan (Angkatan Laut Bela Diri Maritim Jepang), Kapal Hidrografi Kelas Leeuwin (Angkatan Laut Australia), LPD Kelas Type 076 (Angkatan Laut Pembebasan Rakyat Tiongkok), INS Anvesh (A41) (Angkatan Laut India dan Organisasi Penelitian dan Pengembangan Pertahanan), serta Destroyer Proyek 18 (Angkatan Laut India).⁸

Sistem poros penggerak listrik terintegrasi menjadi pilihan strategis angkatan laut berbagai negara karena menawarkan berbagai keuntungan,

antara lain:

1. Peningkatan Manuver dan Kecepatan. Teknologi poros penggerak listrik terintegrasi memberikan manfaat signifikan dalam hal manuverabilitas dan kecepatan kapal.⁹ Dengan kemampuan untuk mengatur output daya dengan presisi tinggi, motor listrik mampu menghasilkan torsi instan yang diperlukan untuk akselerasi cepat. Ini sangat krusial bagi kapal perang yang harus merespons situasi di lapangan dengan cepat. Dalam konteks operasi militer, kemampuan untuk meningkatkan kecepatan secara mendadak dapat menjadi faktor kunci dalam pertempuran, memungkinkan kapal untuk mencapai lokasi strategis atau menghindari ancaman dengan lebih efisien.

2. Pengurangan Getaran dan Kebisingan. Salah satu keunggulan utama dari sistem penggerak listrik adalah kemampuannya dalam mengurangi getaran dan kebisingan.¹⁰ Penggunaan poros penggerak listrik akan mengurangi getaran dan sangat penting menghadapi ranjau-ranjau laut bersifat kinetik. Kapal yang menggunakan mesin diesel konvensional sering kali menghasilkan suara dan getaran yang tinggi, yang dapat mengganggu operasi stealth dan mengurangi kemampuan deteksi musuh. Dengan motor listrik, kapal dapat beroperasi lebih senyap, yang sangat

⁷ Bateman, S., Bergin, A. Tsamenyi, M., Woolner, D., (2006). Integrated maritime enforcement and compliance in Australia. In Rothwell, Donald R.; VanderZwaag, David L. (eds.). *Towards principled oceans governance: Australian and Canadian approaches and challenges*. Oxon: Routledge. ISBN 978-0-415-38378-3.

⁸ Halaman Wikipedia, Integrated electric propulsion, https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_electric_propulsion, Diakses 6 Juni 2025, Pukul 18.30 WIB.

⁹ Manesi, D., Tnunay, I.A., Marsianus, J.R.R., Hanmina, M.F., (2024), *Mesin Penggerak Kapal*, Jakarta: Ruang Karya.

¹⁰ Deng, C., Deng, Q., Liu, W., Yu, C., Hu, J. Li, X., (2020), *Analysis of Vibration and Noise for the Powertrain System of Electric Vehicles under Speed-Varying Operating Conditions*, Safety Technologies and Fault Tolerant Methods for Engineering., <http://doi.org/10.1155/2020/6617291>.

penting saat menjalankan misi di area berisiko tinggi, seperti di dekat ranjau atau kapal musuh. Pengurangan kebisingan ini juga meningkatkan kenyamanan awak kapal dan memungkinkan pengoperasian peralatan sensor dengan lebih efektif.

3. Efisiensi Energi dan Pengurangan Biaya Operasional. Sistem penggerak listrik terintegrasi menawarkan efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan dengan mesin diesel tradisional.¹¹ Motor listrik beroperasi lebih efisien pada berbagai kecepatan, yang mengurangi konsumsi bahan bakar dan biaya operasional secara keseluruhan. Dalam jangka panjang, penghematan ini dapat dialokasikan untuk investasi dalam teknologi baru atau perbaikan kapal. Efisiensi ini juga memungkinkan kapal untuk beroperasi lebih lama tanpa perlu sering mengisi bahan bakar, yang merupakan keuntungan strategis dalam misi yang membutuhkan durasi panjang.

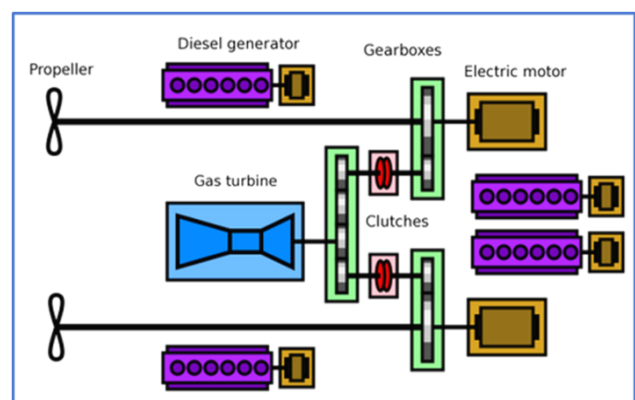
4. Adopsi Teknologi Terkini. Penggunaan sistem poros penggerak listrik terintegrasi pada kapal perang modern mencerminkan penerapan teknologi mutakhir dalam desain kapal. Dengan mengikuti perkembangan teknologi, kapal-kapal ini dapat tetap kompetitif di tingkat global. Penggunaan teknologi terbaru juga menunjukkan komitmen terhadap inovasi dan modernisasi, yang penting untuk menarik dukungan publik serta memastikan keamanan nasional sebuah negara.

5. Keamanan dan Ketahanan. Dalam

¹¹ Nuchturee, C., Li, T., Xia, H. (2020).

konteks geopolitik yang terus berubah, penggunaan sistem ini berkaitan erat dengan aspek keamanan dan ketahanan. Kapal yang lebih efisien dan mampu beroperasi dalam berbagai kondisi memberikan keuntungan bagi Indonesia dalam menjaga kedaulatan wilayah lautnya. Dengan mengadopsi teknologi ini, angkatan laut tidak hanya meningkatkan kemampuan tempurnya, tetapi juga menegaskan posisinya sebagai kekuatan maritim yang kuat di kawasan.

Penerapan *Integrated Electric Propulsion System* pada MRCV yang sedang dikembangkan oleh Singapura, yang terinspirasi oleh teknologi Siemens Navantia Azimuth Thrusters. Dengan mengadopsi sistem propulsi modern ini, MRCV diharapkan dapat beroperasi dengan lebih efektif dan efisien, serta siap menghadapi tantangan di perairan regional yang semakin kompleks. Gambaran sederhana konsep ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1: Ilustrasi Mesin Kapal Bertenaga Elektrik Terintegrasi (Sumber: Global Defense News, 2013)¹²

¹² Global Defence News. (2013). Q&A with BAE Systems on Type 26 Frigate Design Update at Euronaval 2012 Belgium: navyrecognition.com. Diakses 5 Juni 2025. Pukul 20.00 WIB.

Sistem ini mengintegrasikan berbagai komponen untuk meningkatkan efisiensi, mendukung pengurangan emisi, serta memberikan kontrol yang lebih baik terhadap kapal. Berikut adalah penjelasan teknis mengenai bagian elektrik dari mesin kapal bertenaga elektrik terintegrasi:

1. **Generator Listrik.** Komponen ini merupakan elemen vital dalam sistem propulsi listrik, berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Proses ini dilakukan melalui prinsip induksi elektromagnetik, di mana rotor yang berputar dalam medan magnet menghasilkan arus listrik. Terdapat beberapa jenis generator yang dapat digunakan, seperti generator sinkron dan asinkron, tergantung pada kebutuhan spesifik kapal.

2. **Motor listrik,** berfungsi untuk mengubah energi listrik yang dihasilkan oleh generator menjadi energi mekanik. Motor ini menjadi penggerak utama yang memutar poros propeller kapal. Beberapa jenis motor listrik yang umum digunakan meliputi motor DC (arus searah) dan motor AC (arus bolak-balik), dengan motor induksi menjadi salah satu yang paling populer dalam aplikasi maritim. Motor listrik mampu memberikan torsi instan, memungkinkan akselerasi cepat dan respons yang lebih baik saat manuver.

3. **Inverter.** Inverter adalah komponen penting dalam sistem ini, berfungsi untuk mengubah arus DC yang dihasilkan oleh generator menjadi arus AC yang diperlukan oleh motor listrik. Inverter juga memainkan peran kunci dalam mengatur

aliran listrik, yang memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap kecepatan dan torsi motor.

4. **Baterai.** Dalam sistem propulsi listrik terintegrasi, baterai berfungsi sebagai sumber daya utama. Baterai menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh generator dan menyediakan daya cadangan saat diperlukan, terutama saat kapal beroperasi dalam mode diam atau saat beban puncak. Dengan menyimpan energi listrik, baterai dapat digunakan ketika generator tidak beroperasi, dan dalam beberapa situasi, baterai juga dapat membantu mengurangi beban pada generator, meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem.

Prinsip dasar dari sistem propulsi listrik terintegrasi dimulai dengan konversi energi dari generator listrik menjadi energi mekanik yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Generator listrik beroperasi dengan mengubah energi mekanik (biasanya dari mesin penggerak atau sumber energi alternatif) menjadi energi listrik melalui induksi elektromagnetik, di mana rotor generator berputar dalam medan magnet untuk menghasilkan arus listrik.

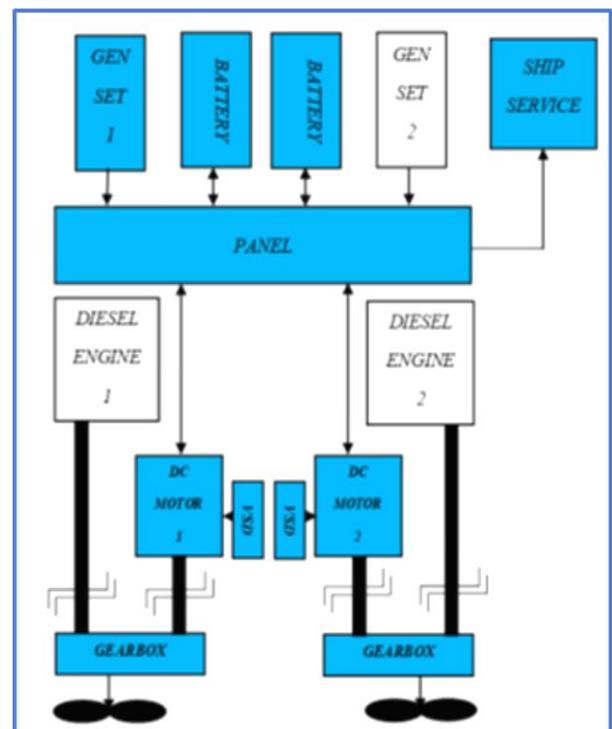
Energi listrik yang dihasilkan kemudian disuplai ke inverter, yang mengubah arus DC menjadi arus AC yang diperlukan untuk motor listrik. Setelah arus listrik diubah, motor listrik menerima aliran listrik tersebut dan mengkonversi energi listrik menjadi energi mekanik, digunakan untuk memutar poros propeller. Poros ini terhubung langsung

ke propeller, sehingga gerakan motor diteruskan untuk mendorong kapal maju. Selain kecepatan, sistem ini juga memungkinkan kontrol arah kapal. Dengan mengatur kecepatan motor di sisi kiri dan kanan secara berbeda, kapal dapat diarahkan dengan lebih presisi, meningkatkan kemampuan manuver dalam situasi kompleks. Banyak sistem modern dilengkapi dengan sensor dan perangkat pemantauan yang memberikan umpan balik real-time kepada operator, memungkinkan penyesuaian cepat untuk menjaga kinerja optimal dan keamanan.

Bagaimana TNI AL mensikapi keberadaan teknologi ini?

Secara keseluruhan, KRI yang berfungsi sebagai alat utama pertahanan maritim Indonesia masih mengandalkan mesin diesel. Namun, ada pengecualian pada Kapal Cepat Rudal (KCR) KRI Golok-688, yang menggabungkan empat mesin diesel MAN V12 dengan empat waterjet MJP 550¹³ dan 2 kapal tempur terbaru yang termasuk dalam kategori unsur pemukul utama TNI AL saat ini, KRI Prabu Brawijaya-320 dan KRI Prabu Siliwangi-321. Kedua kapal ini dilengkapi dengan dua mesin diesel dari MTU Friedrichshafen GmbH (MTU) tipe 20V 8000 M91L, yang mampu mencapai kecepatan jelajah sekitar 25 knot (46

km/jam).¹⁴ Selain itu, kedua kapal ini juga telah menerapkan mesin tenaga listrik (*Electrical Engine*) yang dapat digunakan secara bersamaan dengan mesin pokok utama dalam situasi tertentu, menjadikannya sebagai sumber utama tenaga penggerak untuk keduanya. Sistem listrik pada kedua kapal ini kerap dikenal dengan istilah *hybrid*, dan dimanfaatkan pada situasi tertentu kala melaksanakan operasi di laut, seperti misalnya melalui area rawan ranjau. Penggunaan poros penggerak listrik akan mengurangi getaran dan sangat penting menghadapi ranjau-ranjau laut bersifat kinetik.



Gambar 2: Ilustrasi Desain Mesin Kapal yang Menggunakan Sistem Hybrid
Sumber: Saragih dkk, 2017

¹³ Faliha, D.A. (2020), Mengenal Teknologi dan Spesifikasi KRI Golok 688, Kapal Perang Siluman Canggih Buatan dalam Negeri, Portal Jember, <https://portaljember.pikiran-rakyat.com/wiki-portal/pr-162451791/mengenal-teknologi-dan-spesifikasi-kri-golok-688-kapal-perang-siluman-canggih-buatan-dalam-negeri.>, Diakses 5 Agustus 2025, Pukul 19.00 WIB.

¹⁴ Ary, O., (2025), KRI Brawijaya-320 dan KRI Prabu Siliwangi-321, 2 Kapal Perang Baru Buatan Italia Perkuat TNI AL, Indomaritime, <https://indonesiamaritimeneews.com/kri-brawijaya320-dan-kri-prabu-siliwangi321-2-kapal-perang-baru-buatan-italia-perkuat-tni-al.> Diakses 5 Agustus 2025. Pukul 20.00 WIB.

Berdasarkan jabaran di atas, secara keseluruhan, sistem penggerak listrik terintegrasi, menawarkan keunggulan dalam hal manuverabilitas, pengurangan kebisingan, dan efisiensi energi, menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk menghadapi tantangan modern di medan perang laut. Dengan demikian, adopsi teknologi penggerak listrik terintegrasi pada kapal-kapal TNI AL dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan kemampuan tempur dan efisiensi operasional dalam menjaga keamanan dan kedaulatan wilayah laut Nusantara. Akan tetapi ada tantangan yang menyertainya yang menjadi perhatian peneliti dikaitkan dengan kemampuan negara saat ini. Tantangan dimaksud adalah Biaya (baik untuk investasi maupun pemeliharaan).

Salah satu hambatan utama dalam penerapan sistem propulsi listrik terintegrasi pada kapal perang adalah **tingginya biaya**. Investasi ini mencakup berbagai komponen dan teknologi canggih yang diperlukan untuk sistem tersebut. Sistem propulsi listrik terintegrasi melibatkan teknologi mutakhir, seperti generator listrik, inverter, dan motor listrik yang dirancang sesuai standar yang ditetapkan. Biaya pengadaan komponen-komponen ini umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konvensional yang berbasis mesin diesel.

Proses desain dan integrasi sistem ini ke dalam kapal perang memerlukan penelitian dan pengembangan yang mendalam, termasuk pengujian untuk memastikan bahwa sistem dapat

beroperasi dalam berbagai kondisi tempur, yang tentunya menambah biaya. Selain itu, kapal perang yang dilengkapi dengan sistem ini mungkin memerlukan modifikasi pada fasilitas pelabuhan dan infrastruktur pendukung lainnya untuk mendukung pengisian daya dan pemeliharaan sistem, yang juga berkontribusi pada peningkatan biaya keseluruhan.

Biaya awal yang tinggi ini menjadi tantangan bagi anggaran pertahanan yang sering kali terbatas. Oleh karena itu, pengadaan sistem ini harus dipertimbangkan dengan cermat dalam konteks prioritas kebutuhan pertahanan lainnya. Pihak berwenang perlu memberikan alasan yang kuat untuk investasi ini, menunjukkan manfaat jangka panjang dalam hal efisiensi operasional dan pengurangan biaya bahan bakar di masa mendatang.

Walaupun sistem propulsi listrik terintegrasi menawarkan efisiensi yang lebih baik, tantangan dalam hal **pemeliharaan** tetap ada, terutama bagi kapal perang yang beroperasi dalam kondisi ekstrem. Sistem ini membutuhkan pemeliharaan yang lebih khusus dibandingkan dengan sistem konvensional. Komponen seperti inverter dan motor listrik memiliki kebutuhan pemeliharaan yang berbeda dan mungkin memerlukan perawatan lebih sering untuk menjaga kinerja yang optimal.

Anak Buah Kapal (ABK) perlu mendapatkan pelatihan khusus untuk mengoperasikan dan memelihara sistem

ini. Pelatihan tersebut mencakup pemahaman tentang teknologi baru, prosedur pemecahan masalah, dan teknik pemeliharaan yang tepat, yang tentunya memerlukan waktu dan biaya tambahan. Dalam situasi tempur atau saat beroperasi di lokasi terpencil, ketersediaan suku cadang untuk sistem ini bisa menjadi tantangan. Mencari suku cadang yang tepat untuk komponen canggih tidak selalu mudah, dan hal ini dapat mengganggu operasi kapal.

Kebutuhan pemeliharaan yang kompleks dan pelatihan yang diperlukan dapat mempengaruhi kesiapan tempur kapal perang. Jika tidak dikelola dengan baik, hal ini dapat mengurangi kemampuan kapal untuk merespons situasi darurat. Meskipun sistem ini lebih efisien, tingginya biaya pemeliharaan dapat mengurangi keuntungan yang diperoleh dari efisiensi energi dalam jangka panjang.

PENUTUP

Penerapan sistem poros penggerak listrik terintegrasi pada Kapal KRI memiliki nilai strategis yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan operasi keamanan laut di Nusantara. Dengan keuntungan dalam hal efisiensi energi, pengurangan kebisingan, dan peningkatan manuverabilitas, teknologi ini tidak hanya memperkuat daya tempur KRI tetapi juga mendukung upaya Indonesia dalam menjaga kedaulatan wilayah laut. Kemampuan kapal untuk merespons situasi darurat dengan cepat dan beroperasi secara stealth menjadikannya

lebih efektif dalam menghadapi berbagai ancaman, termasuk pencurian sumber daya alam dan terorisme.

Namun, tantangan dalam penerapan teknologi ini, terutama terkait dengan biaya investasi dan pemeliharaan, harus diperhatikan dengan serius. Biaya tinggi untuk pengadaan komponen canggih dan kebutuhan pelatihan khusus bagi kru kapal dapat menghambat implementasi sistem ini secara luas. Oleh karena itu, disarankan agar pihak berwenang melakukan analisis mendalam terkait biaya-manfaat, serta merumuskan strategi yang tepat untuk mengatasi tantangan ini. Investasi dalam teknologi propulsi listrik terintegrasi harus dipandang sebagai langkah jangka panjang yang akan memberikan manfaat signifikan bagi keamanan maritim Indonesia di masa depan. **Jalesveva Jayamahe.**

DAFTAR PUSTAKA

Adrian, B. (2023). DSTA Singapura dan Saab Swedia Sepakat Kembangkan Multi-Role Combat Vessel. Mylesat.com., <https://mylesat.com/2023/03/30/dsta-singapura-dan-saab-swedia-sepakat-kembangkan-multi-role-combat-vessel/#:~:text=MYLESAT.COM%20%E2%80%93%20Badan%20Sains%20dan%20Teknologi%20Pertahanan,akan%20membuat%20kedua%20organisasi%20bersama%20Dsama%20mengimplementasikan%20inisiatif.> Diakses 5 Juni 2025, Pukul 19.00 WIB.

- Ary, O., (2025), KRI Brawijaya-320 dan KRI Prabu Siliwangi-321, 2 Kapal Perang Baru Buatan Italia Perkuat TNI AL, Indomaritime, <https://indonesia.maritimeneews.com/kri-brawijaya320-dan-kri-prabu-siliwangi321-2-kapal-perang-baru-buatan-italia-perkuat-tni-al>. Diakses 5 Agustus 2025. Pukul 20.00 WIB.
- Bateman, S., Bergin, A. Tsamenyi, M., Woolner, D., (2006). Integrated maritime enforcement and compliance in Australia. In Rothwell, Donald R.; VanderZwaag, David L. (eds.). *Towards principled oceans governance: Australian and Canadian approaches and challenges*. Oxon: Routledge. ISBN 978-0-415-38378-3.
- Deng, C., Deng, Q., Liu, W., Yu, C., Hu, J. Li, X., (2020), Analysis of Vibration and Noise for the Powertrain System of Electric Vehicles under Speed-Varying Operating Conditions, *Safety Technologies and Fault Tolerant Methods for Engineering.*, <http://doi.org/10.1155/2020/6617291>.
- Departement of Defence Australy (2007). *Amphibious Ships*. http://www.navy.gov.au/w/images/Seamaphore_2007_14.pdf. Diakses 5 Juni 2025, Pukul 19.30 WIB.
- Faliha, D.A. (2020), Mengenal Teknologi dan Spesifikasi KRI Golok 688, Kapal Perang Siluman Canggih Buatan dalam Negeri, Portal Jember, <https://portaljember.pikiran-rakyat.com/wiki-portal/pr-162451791/mengenal-teknologi-dan-spesifikasi-kri-golok-688-kapal-perang-siluman-canggih-buatan-dalam-negeri>, Diakses 5 Agustus 2025, Pukul 19.00 WIB.
- Global Defence News. (2013). Q&A with BAE Systems on Type 26 Frigate Desain Update at Euronaval 2012 Belgium: navyrecognition.com. Diakses 5 Juni 2025. Pukul 20.00 WIB.
- Hermawan, T., Sutanto, R. (2022), Strategi Pertahanan Laut Indonesia Dalam Analisa Ancaman Dan Kekuatan Laut, *Jurnal Education and development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*, Vol.10, No.2, H 363-371.
- Joeliherman, J. (2025), Pertahanan Litoral Dihadapkan Pada Keberadaan Alki Yang Membelah Di Tengah Gugus Kepulauan Indonesia, *Jurnal Maritim Indonesia*, Vol.13, No. 1, H 86-102.
- Manesi,D., Tnunay, I.A., Marsianus, J.R.R., Hanmina, M.F., (2024), *Mesin Penggerak Kapal*, Jakarta: Ruang Karya.
- Nuchturee, C., Li, T., Xia.H. (2020), Energy efficiency of integrated electric propulsion for ships – A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 134, No. 37, H 110-145.
- Saragih, T.A., Yudo, H., Mulyatno, I.P., (2020). Desain Konseptual Hybrid Engine System pada Kapal Tugboat 1636 HP dengan Kombinasi Diesel Engine dan Electric Motor Yang di Suplai Tenaga Beterai. *Jurnal Teknik Perkapalan*, Volume 8, Nomor 4. Halaman 546-554.