

ANALISIS KOMPETENSI YANG DIBUTUHKAN NELAYAN DALAM MENGHADAPI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI KAPAL PROPULSI LISTRIK

Muhamad Rizki Nurpalah¹, Hamid Abdillah², Iskendar³

^{1,2}Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

³Pusat Riset Teknologi Transportasi, Organisasi Riset Energi dan Manufaktur, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: 2284200041@untirta.ac.id¹, hamid@untirta.ac.id², iske001@brin.go.id³

ABSTRAK

Penelitian tentang kompetensi yang dibutuhkan nelayan di era kemajuan teknologi yang makin pesat bertujuan untuk dapat menguraikan tentang bagaimana kompetensi dasar yang perlu dimiliki oleh pengguna kapal propulsi listrik. Analisis berdasarkan implementasi perlu dilakukan dengan tujuan mengadaptasi penggunaan teknologi transportasi air yaitu kapal dengan tenaga listrik sesuai kompetensi yang dibutuhkan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif deskriptif dengan jenis penelitian studi literatur, penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari sumber sekunder seperti buku dan artikel jurnal yang berkaitan dengan variabel dan subjek penelitian ini. Dari hasil penelitian didapatkan suatu perbandingan antara kemampuan yang saat ini dimiliki oleh nelayan, dengan kemampuan yang harus dimiliki nelayan kedepannya dalam menghadapi perkembangan transportasi perairan. Bahwa diketahui, secara penggunaan maka pengguna perlu memahami penggunaan kapal propulsi listrik beserta K3 didalam penerapannya, secara pemahaman lebih kepada komponen utama teknologi yang digunakan, secara perawatan mampu memperbaiki serta merawat komponen, dan memahami bagaimana dampak sosial yang terjadi serta keuntungan dan kekurangan didalam penggunaannya. Oleh karena itu, perlu upaya untuk mengedukasi masyarakat agar dapat dengan mudah menerima informasi secara jelas tentang teknologi kapal propulsi listrik, sehingga kemudian hasil pengembangan teknologi ini dapat diterima oleh masyarakat umumnya.

Kata kunci: Kompetensi, Teknologi, Nelayan, Transportasi, Perairan, Perkembangan

ABSTRACT

Research on the competencies needed by fishermen in an era of increasingly rapid technological progress aims to explain the basic competencies that electric propulsion boat users need to have. Analysis based on implementation needs to be carried out with the aim of adapting the use of water transportation technology, namely ships with electric power, according to the required competencies. This research was carried out using a descriptive qualitative approach method with a literature study type of research. The research was carried out by collecting data from secondary sources such as books and journal articles related to the variables and subjects of this research. From the research results, a comparison was obtained between the abilities currently possessed by fishermen, and the abilities that fishermen must have in the future in facing developments in water transportation. It is known that, in terms of use, users need to understand the use of electric propulsion ships and K3 in their application, in terms of understanding more about the main components of the technology used, in terms of maintenance being able to repair and maintain the components, and understanding the social impacts that occur as well as the advantages and disadvantages of using them. Therefore, efforts are needed to educate the public so that they can easily receive clear information about electric propulsion ship technology, so that the results of the development of this technology can be accepted by the general public.

Keywords: Competence, Technology, Fishermen, Transportation, Water, Development

1. Pendahuluan

Transportasi telah menjadi kebutuhan dalam aktivitas keseharian setiap individu, hampir setiap bidang keilmuan, keseharian, pekerjaan dan lain sebagainya membutuhkan transportasi sebagai akses mobilitas dalam menjalankan aktivitas. Teknologi merupakan implementasi atas ilmu pengetahuan untuk memecahkan permasalahan praktis dalam kehidupan menggunakan teknologi alat (hard ware) dan teknologi sistem (soft ware) untuk mempermudah pekerjaan [1]. Teknologi telah masuk kedalam berbagai sistem yang menunjang pekerjaan masyarakat, termasuk teknologi pada bidang transportasi.

Teknologi transportasi sebagai hasil pengembangan ilmu pengetahuan dalam meningkatkan efektivitas penggunaan transportasi meliputi beberapa sektor, diantaranya transportasi darat, transportasi air dan transportasi udara. Salah satu sektor yang menarik yaitu pada sektor transportasi air, dimana teknologi transportasi air di Indonesia berkembang pesat sejak masa kolonial, di mana bangsa-bangsa Barat seperti Portugis, Belanda, dan Inggris yang mengeksplorasi dan mengkolonisasi wilayah. Beberapa alat transportasi air yang digunakan di Indonesia seperti kapal penumpang untuk penelitian dan keperluan wisata bawah laut, kapal kargo untuk pengangkutan barang dan manusia secara efisien di laut, kapal feri untuk perjalanan dan wisata, kapal tunda sebagai tumpuan laut untuk berbagai kegiatan, kapal penangkap ikan untuk mengangkut ikan secara efisien, kapal penyelamat (lifeboat) untuk mengatasi kecelakaan perjalanan yang dapat menjadi tumpuan laut, kapal tanker untuk menjualkan dan menyimpan minyak dan bahan kimia, dan speedboat yang memiliki kecepatan tinggi untuk penelitian dan perjalanan [2].

Dalam mekanisme kerja transportasi air yang mana banyak sebutan untuk seorang yang mengendalikan kapal seperti nahkoda, nelayan, dan lain sebagainya. Namun yang paling umum dikenal di kalangan masyarakat yaitu nelayan sebagai seorang. Istilah nelayan ini mengacu pada individu yang melakukan aktivitas penangkapan ikan, biasanya menggunakan perahu kecil. Kata tersebut juga dapat dikaitkan dengan lokasi tertentu, seperti Pantai Nelayan di Bali, atau dengan referensi budaya, seperti dalam kasus Nelayan, nelayan tradisional Indonesia yang menangkap berbagai jenis ikan, termasuk Lemuru, Petek, atau Kakap Merah.

Kondisi saat ini nelayan telah memahami bagaimana penggunaan kapal dalam memenuhi kebutuhan proses penangkapan ikan dilaut, dan penggunaan transportasi masih kebanyakan menggunakan mesin dengan bahan bakar minyak sebagai tenaga penggerak yang digunakan. Namun secara berkelanjutan, penggunaan transportasi dengan bahan bakar minyak telah banyak menyumbang dalam pencemaran udara melalui emisi gas buang CO₂. Kemudian berdasarkan penelitian untuk mengembangkan teknologi transportasi saat ini telah menggunakan energy listrik sebagai sumber tenaga penggerak, termasuk pada ranah transportasi laut yaitu kapal, sehingga mengharuskan nelayan untuk dapat merawat dan maintenance pada transportasi yang digunakannya.

Kompetensi nelayan merujuk pada keterampilan, pengetahuan, dan sikap diri yang dimiliki oleh nelayan dalam menangani berbagai aspek dalam industri pelayanan mereka [3]. Kemampuan umum yang dimiliki nelayan dalam memperbaiki kapal meliputi pengetahuan tentang perawatan dasar, keterampilan teknis dalam memperbaiki mesin dan peralatan kapal, serta pemahaman tentang keselamatan kerja di kapal. Sebagai contoh, nelayan yang bekerja di kapal perikanan perlu memiliki pengetahuan tentang kesehatan dan keselamatan kerja, serta keterampilan dalam menggunakan alat keselamatan. Selain itu, kemampuan nelayan dalam menangkap ikan juga merupakan aspek penting dari keterampilan mereka.

Terdapat beberapa poin penting yang berkaitan dengan kompetensi nelayan, sebagaimana standar kompetensi nelayan tradisional masih rendah, dengan keterampilan, pengetahuan, dan sikap diri yang dibandingkan [3]. Kemudian konflik antara nelayan tradisional dengan pengguna alat tangkap yang dilarang sering terjadi, sehingga bantuan alat tangkap, kapal, dan modal sering tidak termanfaatkan dengan optimal. Kemudian dalam pengembangan industri kelautan, nelayan harus mengimbangnya dengan kompetensi yang baik. Nelayan secara umum hanya memiliki kemampuan yang homogen yaitu untuk melaut dan menangkap ikan, sehingga dalam pengembangan industri kelautan, nelayan harus mengimbangnya dengan kompetensi yang baik [4]. Beberapa program dan penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan kompetensi nelayan, seperti program kemitraan yang dilaksanakan dengan pola pelatihan dan pendampingan kepada nelayan.

Terkait permasalahan yang masih belum terselesaikan hingga saat ini yaitu prihal emisi gas buang transportasi, maraknya penggunaan teknologi mesin kendaraan yang masih menggunakan bahan bakar sebagai sumber daya tenaga kendaraan sehingga masih banyak menghasilkan emisi gas buang. Emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan salah satu penyebab pencemaran udara dan menjadi fokus utama dalam pengendalian polusi udara dari transportasi. Beberapa dampak negatif dari emisi gas buang kendaraan bermotor yaitu seperti kemacetan lalu lintas dan tanjakan, pencemaran udara yang berpengaruh pada kesehatan manusia dan gangguan, kontribusi pencemaran udara dari sektor transportasi mencapai 60%, dan pemerintah Indonesia telah mengeluarkan regulasi terkait dengan emisi kendaraan dan metode uji untuk mengontrol polusi udara dari sisi transportasi [5].

Langkah yang dapat diambil demi mengurangi dampak yang diambil untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor seperti pemberian izin bagi angkutan umum lebih dibatasi dan sementara kendaraan angkutan massal diperbanyak. Lalu kemudian melakukan kontrol terhadap jumlah kendaraan pribadi, pembatasan usia kendaraan, pembangunan MRT dan pembuatan Electronic Road Pricing, pengaturan lalu lintas, rambu-rambu, dan tindakan terhadap pelanggaran berkendara, uji emisi harus dilakukan secara berkala pada kendaraan umum maupun

pribadi, serta melakukan penanaman pohon di pinggir jalan yang lalu lintasnya padat serta di sudut-sudut kota [6].

Berbagai tantangan dalam persoalan perjalanan penggunaan energi listrik sebagai tenaga penggerak untuk kapal propulsi listrik, tantangan tersebut seperti kendaraan listrik yang masih tinggi secara harga komponennya, secara infrastruktur yang diperlukan harus stabil dan efisien, secara regulasi yang mengacu pada permenhub No. 65 Tahun 2020, dan masyarakat memerlukan pemantauan untuk menjaga kualitas dan keselamatan dalam penggunaannya [7]. Namun begitu tentu penggunaan energi listrik menawarkan dampak positif yang bermanfaat bagi lingkungan, dengan mengurangi emisi karbon, meningkatkan efisiensi energi, mendorong inovasi teknologi transportasi dibidang perairan.

Dampak atas pengembangan teknologi transportasi kapal listrik salah satunya yaitu peningkatan keterhubungan antar masyarakat sehingga lebih memudahkan untuk dapat terhubung dengan sumber daya di pasar, sehingga menciptakan kesediaan tenaga yang lebih ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada SDA fosil [8]. Teknologi kapal propulsi listrik melibatkan penggunaan sistem propulsi listrik untuk menggerakkan kapal. Berbagai jenis sistem propulsi listrik digunakan pada kapal termasuk sistem propulsi listrik, Sistem ini menggunakan generator set atau baterai sebagai mesin penggerak, menggantikan posisi atau kinerja penggerak kapal [9]. Sistem propulsi listrik ramah lingkungan dan efisien serta dapat diperoleh dengan memperhitungkan kebutuhan daya, motor listrik, dan jumlah baterai.

Sebagai contohnya telah banyak dikembangkan teknologi transportasi laut dengan propulsi listrik seperti baterai lithium-ion sebagai sumber energi vital kapal selam konvensional dan penggunaan sistem propulsi listrik pada kapal nelayan yang lebih ramah lingkungan serta hemat biaya dibandingkan sistem propulsi konvensional [10]. Terdapat perkembangan teknologi penggerak listrik untuk kapal berukuran lebih besar, seperti kapal tanker bertenaga listrik pertama di dunia yang menggunakan tenaga penggerak listrik sebagai sumber penggerak energi utama [11].

Oleh sebab itu penting untuk diketahui dan difahami bagaimana teknologi kapal propulsi listrik di Indonesia, terkhusus nelayan sebagai pengguna dari transportasi yang memang harus memahami betul kondisi-kondisi kemungkinan yang dapat terjadi dari penggunaan kapal propulsi listrik. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk dapat menguraikan tentang bagaimana kompetensi dasar yang perlu dimiliki oleh pengguna kapal propulsi listrik.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan jenis penelitian studi literature, jenis ini memungkinkan peneliti dapat mengumpulkan data penelitian dari berbagai sumber dan literature. Tujuan dari penggunaan jenis penelitian studi literature dengan pendekatan kualitatif deskriptif yaitu untuk dapat menggambarkan bagaimana hasil data

penelitian yang ditemukan, baik dari sumber-sumber seperti artikel jurnal dan lain sebagainya. Penelitian kualitatif dengan deskripsi analisis harus dilakukan intensif dengan melakukan analisis terhadap dokumen yang ditemukan dan membuat laporan secara mendetail, data hasil penelitian berkenaan dengan interpretasi atas data yang didapatkan [12]. Tujuan umum penelitian dibagi kedalam tiga bagian, yaitu penelitian yang bersifat penemuan, penelitian yang bersifat pembuktian, dan penelitian yang bersifat pengembangan [12].

Penelitian studi literature sebagai penelitian analisis isi yang dilakukan secara sistematis terhadap catatan atau dokumen sebagai sumber data, penelitian ditujukan untuk menghimpun dan menganalisis hasil penelitian seperti buku-buku maupun artikel penelitian [13]. Penelitian dengan metode studi literature termasuk kedalam penelitian yang bersifat penemuan, dimana data penelitian dihasilkan dari sumber-sumber artikel jurnal yang ditemukan dan digunakan sebagai data penelitian.

Kajian penelitian ini dilakukan atas dasar bahwa pengetahuan akan terus berkembang seiring perubahan, dan kemampuan harus mampu mengimbangi perubahan dan kemajuan ilmu pengetahuan dalam hal ini mengarah pada teknologi. Saat ini teknologi transportasi mengalami perkembangan yang signifikan dari segala bidang termasuk transportasi air seperti kapal nelayan, oleh sebab itu pelaku pengguna transportasi hendaknya mampu beradaptasi dan mampu mengikuti arah kemajuan teknologi yang ada saat ini.

Pada penelitian ini digunakan beberapa tahapan sehingga didapatkan data penelitian yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan penelitian tentang kompetensi yang harus dimiliki nelayan dalam menghadapi perkembangan teknologi kapal propulsi listrik, dan pengumpulan data yang dilakukan dalam tahapan ini yaitu menentukan masalah yang diangkat dalam penelitian, mendeskripsikan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian, menentukan metode penelitian, menghimpun data-data penelitian, analisis data, mendeskripsikan data dan penarikan kesimpulan. Data data yang didapat pada penelitian ini menggunakan sumber data sekunder, dimana data penelitian didapatkan melalui telaah pustaka serta menemukan data dari pencarian literatur terkait dengan masalah yang diangkat pada penelitian ini.

Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini yaitu menegaskan bagaimana kemampuan yang harus dimiliki oleh para pelaku pengguna transportasi air seperti nelayan, sehingga mereka dapat memahami konstruksi dan efektifitasnya kemudian mampu menggunakan serta menjaga kapal yang mereka gunakan dengan baik.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Perbandingan kompetensi/keahlian nelayan

| No | Indikator Kompetensi | Keahlian Yang Dimiliki | Keahlian Yang Harus Dimiliki |
|----|---------------------------|--|---|
| 1 | Penggunaan | Penggunaan sistem penggerak konvensional dan K3 | Efisiensi penggunaan sistem propulsi elektrik dan K3 |
| 2 | Komponen manufaktur | Peralatan/komponen manufaktur yang diperlukan pada sistem konvensional | Teknologi manufaktur yang diperlukan untuk membuat sistem propulsi elektrik |
| 3 | Perawatan | Melakukan perawatan dan perbaikan pada sistem konvensional | Menguji dan memeriksa sistem penggerak listrik |
| 4 | Bahan bakar/sumber energi | Bahan bakar/sumber energi yang digunakan pada sistem konvensional | Penggunaan bahan bakar ramah lingkungan |
| 5 | Keuntungan | Keuntungan menggunakan sistem konvensional | Keuntungan menggunakan sistem propulsi elektrik |

Efisiensi Penggunaan Sistem Propulsi Elektrik Dan K3

Sistem propulsi elektrik pada kapal merupakan salah satu inovasi teknologi dalam industri maritim yang semakin populer. Sistem ini menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak utama untuk menggerakkan kapal,

menggantikan sistem propulsi konvensional yang biasanya menggunakan mesin diesel atau turbin gas [14]. Penerapan sistem propulsi elektrik menawarkan sejumlah keuntungan dalam hal efisiensi energi, emisi gas buang, dan fleksibilitas desain kapal.

Sistem propulsi elektrik pada kapal memiliki beberapa komponen utama didalamnya, sebagaimana dijelaskan dibawah:

Sumber Daya Listrik

Sumber daya listrik pada kapal merupakan sumber penyuplai tenaga untuk menggerakkan motor listrik, prinsip kerja pada penggerak kapal yang menggunakan energi listrik sebagai daya, maka membutuhkan sumber penyedia listrik atau daya yang mencukupi untuk dapat menggerakkan motor listrik sehingga memungkinkan kapal dapat bergerak/digunakan. Sumber daya listrik dapat berupa generator diesel, baterai, fuel cell, atau kombinasi dari beberapa sumber energi.

Motor Elektrik

Motor listrik merupakan suatu komponen penggerak yang prinsip kerjanya mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk dapat menggerakkan baling-baling, motor listrik cenderung memberikan torsi yang lebih besar pada kecepatan rendah, yang sangat berguna untuk manuver di perairan sempit.

Konverter dan Inverter

Converter dan inverter sebagai komponen yang bekerja dengan mengatur dan mengubah tegangan serta frekuensi listrik agar sesuai dengan kebutuhan motor elektrik. Kegunaan Inverter adalah untuk mengambil sumber tegangan yang relatif rendah dan meningkatkan ke tegangan tinggi untuk pekerjaan tugas berat dalam beban konsumsi daya tinggi. Tetapi inverter juga dapat di gunakan secara terbalik untuk mengurangi tegangan untuk sumber beban. Penggunaannya pada kapal listrik berdasarkan kebutuhannya, maka inverter yang digunakan yaitu jenis converter Step-Up untuk menaikkan tegangan dan mengubah arus DC menjadi AC atau sesuai kebutuhan motor listrik.

Sistem Distribusi Listrik

System distribusi listrik bertugas mengalirkan listrik dari sumber daya ke motor elektrik dan komponen lain yang membutuhkan. Pada kondisi ini system distribusi sebagai penyalur dalam bentuk kabel penghubung antara satu komponen dengan komponen lain dengan memanfaatkan socket penghubung, kabel penghubung sebagai saluran distribusi harus sesuai dengan kebutuhan dan tingkat tegangan yang dialirkan antar komponennya.

Keuntungan Penggunaan Sistem Propulsi Elektrik Efisiensi Energi

Sistem propulsi elektrik lebih efisien dalam penggunaan energi dibandingkan dengan sistem propulsi konvensional, motor listrik dapat beroperasi pada berbagai kecepatan dan beban dengan efisiensi tinggi. Penggunaan energi dapat diatur dengan mudah sesuai dengan kebutuhan nelayan dalam menggunakan kapal, sehingga dari system manajemen energy yang digunakan memungkinkan untuk mengurangi pemborosan energy.

Emisi Rendah

Sistem propulsi listrik pada kapal ini dapat mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan, terutama jika sumber daya listriknya berasal dari energi terbarukan seperti tenaga angin, matahari, atau fuel cell. Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber terminal pengisian daya untuk kebutuhan baterai, tentu memiliki banyak manfaat dan efisien dalam pengurangan tingkat emisi karbon saat ini.

Fleksibilitas Desain

Fleksibilitas desain menawarkan keuntungan dengan tata letak komponen yang lebih fleksibel, integrasi sumber energi beragam, pengelolaan ruang yang lebih efisien, dan kemampuan untuk mengadopsi desain modular serta teknologi pintar. Kapal propulsi listrik dapat dioptimalkan untuk efisiensi operasional, kenyamanan penumpang, dan keberlanjutan lingkungan. Tidak adanya mesin utama yang besar dan berat memberikan fleksibilitas dalam desain kapal, memungkinkan distribusi beban yang lebih baik dan penggunaan ruang yang lebih efisien.

Operasi yang Lebih Tenang

Motor listrik menghasilkan lebih sedikit kebisingan dibandingkan dengan mesin diesel atau turbin gas, yang mengurangi polusi suara dan meningkatkan kenyamanan di kapal. Berkurangnya kebisingan pada penggunaan kapal dikarenakan kurangnya komponen yang bergerak, sehingga mengurangi gesekan dan getaran yang dapat menimbulkan kebisingan. Kemudian pengoprasian motor listrik dengan berbagai kecepatan yang lebih halus tanpa adanya lonjakan kebisingan, karenanya pengoprasian kapal listrik akan lebih tenang dan nyaman.

Aplikasi Sistem Propulsi Listrik

Sistem propulsi listrik telah diterapkan pada berbagai jenis kapal, mulai dari kapal penumpang, kapal feri, kapal kargo, hingga kapal militer. Beberapa aplikasi sistem propulsi listrik yang telah diterapkan seperti, Kapal Penumpang yaitu Kapal feri dan kapal pesiar menggunakan sistem propulsi listrik untuk memberikan perjalanan yang lebih tenang dan ramah lingkungan. Kapal Kargo yaitu beberapa kapal kargo modern menggunakan sistem ini untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi selama pelayaran jarak jauh, dan Kapal Militer yaitu sistem propulsi listrik memungkinkan kapal militer untuk bergerak dengan lebih tenang dan mengurangi jejak termal, yang penting untuk operasi penyamaran.

Tantangan dan Prospek Masa Depan

Meskipun banyak keuntungan, sistem propulsi listrik juga menghadapi beberapa tantangan seperti Investasi awal untuk sistem ini bisa lebih tinggi dibandingkan dengan sistem konvensional, meskipun biaya operasi jangka panjangnya lebih rendah. Kemudian Kapasitas dan efisiensi baterai saat ini masih menjadi kendala, meskipun penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan performa baterai, dan diperlukan infrastruktur yang memadai untuk pengisian daya di pelabuhan dan di laut.

Dengan peningkatan efisiensi dan penurunan biaya, diharapkan lebih banyak kapal akan beralih ke sistem propulsi listrik, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada

keberlanjutan industri maritim global. Penggunaan sistem propulsi listrik pada kapal memberikan banyak manfaat, termasuk efisiensi energi yang lebih baik, emisi yang lebih rendah, dan fleksibilitas desain yang lebih besar. Meskipun ada tantangan yang harus diatasi, prospek masa depan teknologi ini sangat menjanjikan. Dengan dukungan terus-menerus dalam penelitian dan pengembangan, sistem propulsi listrik dapat menjadi standar baru dalam industri maritim, mendukung upaya global untuk menciptakan transportasi yang lebih hijau dan berkelanjutan.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Sistem Propulsi Listrik

Implementasi sistem propulsi listrik juga membawa dampak positif pada aspek keselamatan dan kesehatan kerja di kapal. Manfaat yang terasa seperti pengurangan kebisingan, pengurangan getaran, keamanan bahan bakar, dan perawatan yang lebih mudah. Motor listrik beroperasi dengan suara yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel atau turbin gas. Ini mengurangi polusi suara yang dapat berdampak negatif pada kesehatan kru kapal, seperti gangguan pendengaran dan stress [15]. Sistem propulsi listrik menghasilkan getaran yang lebih sedikit, yang tidak hanya meningkatkan kenyamanan tetapi juga mengurangi risiko cedera akibat getaran berlebihan pada kru kapal. Dengan mengurangi atau bahkan menghilangkan kebutuhan akan bahan bakar fosil yang mudah terbakar, risiko kebakaran dan ledakan di kapal dapat diminimalisir. Motor listrik dan sistem propulsi listrik secara umum membutuhkan perawatan yang lebih sederhana dan kurang intensif dibandingkan dengan mesin diesel, yang mengurangi risiko kecelakaan kerja saat melakukan perawatan dan perbaikan.

Aspek kesehatan dan keselamatan kerja yang perlu diperhatikan secara khusus dalam konteks ini seperti keamanan Listrik, Sistem listrik pada kapal propulsi listrik memiliki voltase tinggi yang memerlukan perhatian ekstra terhadap proteksi dan grounding yang tepat. Hal ini penting untuk menghindari kecelakaan listrik yang dapat mengancam nyawa dan keamanan awak kapal. Kemudian pencegahan kebakaran, meskipun kapal propulsi listrik cenderung lebih aman dari segi kebakaran karena tidak menggunakan bahan bakar diesel yang mudah terbakar, masih perlu dilakukan pencegahan kebakaran secara menyeluruh. Sistem deteksi kebakaran, pemadaman otomatis, dan pemadaman manual harus dipasang dan diuji secara rutin.

Baterai merupakan komponen kunci dalam kapal propulsi listrik, manajemen yang buruk atau kurang tepat dapat menyebabkan overheating, kebocoran, atau bahkan kebakaran [16]. Penting untuk mematuhi panduan produsen dan standar keselamatan dalam pengelolaan dan pemeliharaan baterai. Kemudian ventilasi dan pengaturan udara, kapal propulsi listrik juga menggunakan sistem pendingin yang kompleks. Ventilasi yang baik diperlukan untuk mencegah penumpukan gas berbahaya atau udara yang tidak sehat di ruang mesin atau ruang baterai.

Awak kapal harus dilatih secara menyeluruh tentang operasi, pemeliharaan, dan tanggapan terhadap keadaan darurat yang terkait dengan kapal propulsi listrik. Pengetahuan yang memadai dapat mengurangi risiko kecelakaan dan memastikan respons yang cepat dalam situasi darurat. Kemudian pemantauan dan perawatan rutin, pemantauan rutin dan perawatan sistem propulsi listrik sangat penting untuk mencegah kegagalan yang dapat mengganggu operasi kapal. Ini termasuk pengujian reguler, pemeliharaan preventif, dan penggantian komponen yang telah usang atau rusak.

Kepatuhan terhadap regulasi keselamatan maritim internasional seperti yang ditetapkan oleh International Maritime Organization (IMO) adalah kunci dalam menjaga standar keselamatan yang tinggi dalam penggunaan kapal propulsi listrik [17]. Penggunaan kapal propulsi listrik membawa tantangan dan kesempatan baru dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja. Dengan penerapan standar keselamatan yang ketat, pelatihan yang baik untuk awak kapal, dan pemeliharaan yang teratur, risiko kecelakaan dapat diminimalkan. Ini akan mendukung efisiensi operasional kapal serta memberikan lingkungan kerja yang aman bagi semua yang terlibat.

Teknologi Manufaktur Yang Diperlukan Untuk Membuat

Sistem Propulsi Listrik

Sistem propulsi listrik pada kapal merupakan teknologi yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan teknik. Untuk memproduksi sistem ini, maka diperlukan teknologi manufaktur canggih yang mencakup pembuatan komponen listrik dan elektronik, sistem penyimpanan energi, dan integrasi mekanik. Komponen utama sistem propulsi listrik pada kapal terdiri dari beberapa komponen utama seperti motor listrik, sistem penyimpanan energi (baterai atau fuel cell), konverter dan inverter daya, sistem distribusi listrik dan sistem kontrol dan manajemen energi.

Teknologi manufaktur untuk motor listrik meliputi pembuatan stator dan rotor, proses ini melibatkan laminasi besi, yang dipotong dan dilaminasi untuk mengurangi kerugian arus. Teknik pemotongan laser dan stamping digunakan untuk mencapai presisi tinggi. Kemudian proses winding, yaitu proses penggulungan kawat tembaga pada stator dan rotor harus dilakukan dengan presisi tinggi untuk memastikan kinerja optimal dan mengurangi kerugian. Kemudian balancing, rotor harus seimbang secara dinamis untuk menghindari getaran yang dapat mengurangi efisiensi dan umur motor. Dan yang terakhir cooling systems, yaitu Integrasi sistem pendingin, seperti pendingin air atau minyak, untuk mengelola panas yang dihasilkan selama operasi [18].

Teknologi manufaktur untuk sistem penyimpanan energi yaitu baterai atau fuel cell yang membutuhkan teknologi manufaktur yang khusus seperti pembuatan sel baterai, sel baterai diproduksi dengan menggunakan teknologi lapisan tipis, coating, dan elektroda yang presisi. Proses ini melibatkan kimia elektrolit dan material katoda serta anoda yang canggih. Kemudian proses assembly modul

dan paket baterai, dimana sel-sel baterai kemudian dirakit menjadi modul dan paket baterai dengan sistem manajemen baterai (BMS) yang mengontrol pengisian dan pengosongan. Dan fuel cell manufacturing untuk fuel cell, proses manufaktur meliputi pembuatan membran elektrolit polimer, elektroda, dan assembling stack fuel cell.

Teknologi manufaktur untuk konverter dan inverter daya untuk mengubah listrik dari sumber daya ke bentuk yang sesuai untuk motor listrik memerlukan pembuatan semikonduktor, yaitu komponen semikonduktor seperti IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) atau MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) diproduksi menggunakan teknologi wafer silikon atau SiC (Silicon Carbide). Kemudian proses Circuit Board Assembly, yang dimana Papan sirkuit cetak (PCB) dirancang dan diproduksi dengan teknologi Surface Mount Technology (SMT) untuk pemasangan komponen yang presisi dan reliabilitas tinggi. dan Sistem manajemen termal yang canggih, seperti heatsink dan kipas pendingin, diintegrasikan untuk mengelola panas yang dihasilkan oleh komponen elektronik.

Teknologi manufaktur pada sistem distribusi listrik untuk memastikan bahwa daya dikirim dari sumber ke motor dengan efisiensi tinggi memerlukan pembuatan kabel dan busbars, kabel berkualitas tinggi dengan konduktivitas dan isolasi yang baik diproduksi untuk mengurangi kerugian daya. Kemudian switchgear dan proteksi, peralatan switchgear yang mencakup pemutus sirkuit, relay proteksi, dan sistem kontrol diproduksi dengan standar tinggi untuk keandalan dan keselamatan.

Teknologi manufaktur pada sistem kontrol dan manajemen energi untuk mengoptimalkan operasi sistem propulsi listrik memerlukan pembuatan sensor dan aktuator, yaitu sensor untuk pemantauan parameter seperti suhu, tegangan, dan arus diproduksi dengan teknologi MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems). dan Pengembangan Perangkat Lunak, yaitu Perangkat lunak manajemen energi dikembangkan untuk mengoptimalkan kinerja sistem propulsi, termasuk algoritma kontrol canggih dan sistem pengolahan data real-time.

Setelah komponen individu diproduksi, langkah selanjutnya yaitu integrasi dan pengujian yang meliputi Integrasi Sistem, yaitu proses integrasi yang melibatkan pemasangan komponen pada platform kapal dengan layout yang optimal untuk efisiensi dan keselamatan. Kemudian Pengujian Kinerja, yaitu dimana sistem propulsi listrik diuji secara menyeluruh untuk memastikan kinerja, keandalan, dan keselamatan sebelum dipasang di kapal. Pengujian meliputi uji beban, uji lingkungan, dan uji keselamatan.

Teknologi manufaktur yang diperlukan untuk membuat sistem propulsi listrik pada kapal melibatkan berbagai proses canggih dan presisi tinggi. Dari pembuatan motor listrik dan sistem penyimpanan energi hingga konverter daya dan sistem kontrol, setiap komponen memerlukan teknik produksi khusus dan teknologi mutakhir. Dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut, efisiensi dan keandalan sistem propulsi listrik akan semakin

meningkat, mendukung keberlanjutan dan kinerja optimal kapal modern.

Menguji Dan Memeriksa Sistem Penggerak Listrik

Pemeriksaan sistem penggerak pada kapal propulsi listrik adalah bagian integral dari program perawatan yang bertujuan untuk memastikan kelancaran operasi, menghindari downtime, dan meningkatkan umur operasional komponen. Langkah-langkah pemeriksaan ini mencakup berbagai aspek dari inspeksi visual hingga pengujian operasional dan elektrikal. Tujuan utama pemeriksaan system penggerak pada kapal propulsi listrik yaitu untuk mendeteksi masalah dini, menjaga kinerja optimal, meningkatkan keselamatan, dan memperpanjang umur komponen.

Sistem penggerak pada kapal propulsi listrik adalah salah satu komponen vital yang mempengaruhi efisiensi, performa, dan keselamatan operasi kapal. Menguji dan memeriksa sistem penggerak ini secara berkala sangat penting untuk memastikan bahwa sistem beroperasi sesuai dengan spesifikasi dan siap menghadapi kondisi operasional yang berat di laut [19]. Komponen utama sistem penggerak listrik pada kapal biasanya terdiri dari beberapa komponen utama seperti generator yang menghasilkan listrik yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor listrik, motor listrik untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk memutar baling-baling. Kemudian komponen seperti drive control untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor listrik, sistem distribusi listrik untuk dapat mengalirkan listrik dari generator ke motor listrik, dan baterai untuk menyimpan energi listrik sebagai cadangan atau untuk menggerakkan kapal dalam mode listrik penuh.

Langkah-langkah pengujian dan pemeriksaan meliputi beberapa jenis pemeriksaan sebagai metode dalam pengujian dan pemeriksaan, pemeriksaan dapat dilakukan dengan visual, dan pengujian dapat dilakukan dengan cara pengujian elektrikal, pengujian oprasional, pengujian kinerja sisten, dan pengujian keselamatan.

Pemeriksaan visual dilakukan dengan melihat kondisi fisik komponen serta memeriksa kondisi fisik semua komponen utama seperti generator, motor listrik, dan sistem distribusi listrik untuk mendeteksi kerusakan atau keausan. Kemudian pemeriksaan kabel dan konektor dapat dilakukan dengan mkabel dan konektor untuk memastikan tidak ada keausan, korosi, atau kerusakan lainnya.

Pengujian elektrikal dapat dilakukan dengan melakukan uji isolasi dengan mengukur resistansi isolasi dari kabel dan motor listrik untuk memastikan tidak ada kebocoran arus yang dapat menyebabkan korsleting, dan pengujian kontinuitas dengan memastikan semua sambungan listrik memiliki kontinuitas yang baik dan tidak ada sirkuit yang terbuka [20]. Uji operasional dilakukan dengan melakukan pengujian tanpa beban (no-load test) dengan mengoperasikan motor listrik tanpa beban untuk memastikan motor berfungsi dengan baik dan tidak ada getaran atau suara yang tidak normal, dan kedua pengujian beban (load test) dengan cara mengoperasikan motor listrik dengan beban

sesuai dengan spesifikasi untuk memastikan motor dapat mengatasi beban operasi sebenarnya.

Uji kinerja system dilakukan melalui pengujian efisiensi dengan mengukur tingkat efisiensi keseluruhan sistem penggerak listrik untuk memastikan konsumsi energi sesuai dengan spesifikasi, dan pengujian respons dinamis dengan memeriksa respons sistem terhadap perubahan kecepatan dan beban untuk memastikan kontrol motor bekerja dengan tepat.

Pengujian keselamatan dapat dilakukan melalui uji proteksi dengan menguji semua sistem proteksi seperti breaker dan fuse untuk memastikan mereka bekerja dengan baik saat terjadi gangguan, dan kedua melakukan uji darurat dengan menguji sistem darurat untuk memastikan kapal dapat beroperasi dengan aman dalam situasi darurat, seperti kehilangan daya utama.

Alat dan perangkat yang digunakan dalam melakukan pemeriksaan dan pengujian pada penggerak kapal listrik sebagaimana kebutuhannya memerlukan megger untuk mengukur resistansi isolasi, multimeter untuk pengukuran (tegangan, arus, dan kontinuitas), oscilloscope untuk memeriksa bentuk gelombang listrik dan menganalisis kualitas daya, load bank untuk melakukan pengujian beban pada motor listrik, dan thermography camera untuk mendeteksi hot spots yang mungkin menunjukkan masalah kelistrikan atau mekanik.

Menguji dan memeriksa sistem penggerak pada kapal propulsi listrik adalah langkah penting untuk memastikan kinerja optimal dan keselamatan kapal. Proses ini melibatkan pemeriksaan fisik, pengujian elektrikal, pengujian operasional, dan pengujian kinerja keseluruhan sistem. Dengan peralatan yang tepat dan prosedur yang sistematis, masalah potensial dapat diidentifikasi dan diperbaiki sebelum menyebabkan kegagalan sistem atau insiden serius.

Penggunaan Bahan Bakar Ramah Lingkungan

Potensi penggunaan bahan bakar ramah lingkungan pada kapal dengan propulsi listrik semakin menjadi fokus utama dalam industri maritim. Hal ini disebabkan oleh kesadaran akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan laut dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Listrik dari sumber energi terbarukan menjadi focus dalam memenuhi kebutuhan daya yang bersih dan ramah lingkungan, energy terbarukan juga sebagai green energy yang dimana daya dihasilkan dari sumber daya alam bersih dan tidak terbatas seperti energy matahari, energy angin, dan lain sebagainya. Energi Matahari

Kapal dengan panel surya dapat menggunakan energi matahari sebagai sumber daya utama atau tambahan untuk mengisi baterai. Sistem ini menghasilkan energi bersih tanpa emisi gas buang. Kapal pesiar kecil dan feri sering menggunakan panel surya sebagai sumber energi tambahan. Energi Angin

Turbin angin dapat dipasang pada kapal untuk menghasilkan listrik yang digunakan dalam sistem propulsi listrik. Kombinasi energi angin dan tenaga surya memungkinkan kapal untuk beroperasi dengan emisi

minimal, terutama dalam rute tertentu dengan angin yang stabil.

Baterai Listrik dari sumber yang bersih dan dapat digunakan untuk kebutuhan pemenuhan energy bersih pada kapal propulsi listrik, seperti penggunaan penggunaan baterai lithium-ion dan baterai solid-state. Kemudian penggunaan sumber energy bersih seperti hydrogen dan sel bahan bakar berpotensi sebagai sumber daya untuk kebutuhan kapal propulsi listrik, serta penggunaan biofuel dan system hybrid dapat menjadi solusi dalam penanganan tingkat emisi yang tinggi saat ini [21].

Baterai Lithium-Ion

Baterai ini adalah yang paling umum digunakan karena densitas energi yang tinggi dan masa pakai yang lama. Mereka cocok untuk berbagai jenis kapal, mulai dari kapal feri hingga kapal pesiar kecil. Baterai lithium-ion juga dapat diisi ulang dari sumber energi terbarukan, menjadikannya solusi yang berkelanjutan.

Baterai Solid-State

Teknologi baterai solid-state masih dalam tahap pengembangan, tetapi menjanjikan keamanan yang lebih baik dan kapasitas energi yang lebih tinggi dibandingkan baterai lithium-ion. Ini bisa menjadi alternatif yang lebih efisien dan aman untuk aplikasi maritim di masa depan.

Sel Bahan Bakar Hidrogen

Hidrogen sebagai bahan bakar memiliki potensi besar dalam industri maritim. Sel bahan bakar mengubah hidrogen menjadi listrik melalui proses elektrokimia, hanya menghasilkan air sebagai produk sampingan [22]. Ini membuatnya sangat ramah lingkungan. Tantangan utama adalah infrastruktur pengisian hidrogen dan biaya produksi hidrogen yang efisien dan terjangkau.

Hidrogen Cair

Hidrogen dapat disimpan dalam bentuk cair untuk efisiensi ruang penyimpanan. Meski memerlukan teknologi penyimpanan khusus untuk menjaga suhu sangat rendah, ini menawarkan solusi energi yang bersih dan berkelanjutan [23].

Biodiesel

Biodiesel yang dihasilkan dari sumber-sumber biomassa, seperti minyak nabati atau lemak hewan, dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam sistem hibrida yang menggabungkan mesin diesel dan propulsi listrik [24]. Biodiesel dapat mengurangi emisi CO₂ hingga 80% dibandingkan dengan diesel konvensional.

Biogas yang dihasilkan dari limbah organik dapat digunakan untuk menghasilkan listrik yang menggerakkan motor listrik kapal. Penggunaan biogas membantu mengurangi limbah dan emisi gas rumah kaca.

Diesel-Elektrik

Sistem propulsi hibrida yang menggabungkan mesin diesel dan motor listrik memungkinkan fleksibilitas dalam penggunaan bahan bakar. Saat beroperasi di pelabuhan atau daerah dengan peraturan lingkungan ketat, kapal dapat beralih ke mode listrik penuh untuk mengurangi emisi.

LNG (Liquefied Natural Gas)

Liquefied Natural Gas adalah bahan bakar fosil yang lebih bersih dibandingkan minyak bumi. Dalam sistem

hibrida, LNG dapat digunakan bersama dengan sistem propulsi listrik untuk mengurangi emisi NO_x, SO_x, dan partikel [25].

Tantangan yang akan dihadapi oleh perkembangan teknologi kapal propulsi listrik, dan Masa Depan yang menanti tentu akan mengalami banyak perubahan baik secara social maupun budaya. Pengembangan infrastruktur pengisian listrik dan hidrogen yang memadai adalah tantangan besar, pelabuhan dan fasilitas maritim perlu dilengkapi dengan stasiun pengisian untuk mendukung operasi kapal-kapal ini. Kemudian teknologi baterai dan sel bahan bakar yang canggih seringkali mahal dan memerlukan investasi awal yang besar, sehingga banyak penelitian yang terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya teknologi ini.

Kebijakan pemerintah yang mendukung penggunaan bahan bakar ramah lingkungan dan pengurangan emisi sangat penting untuk mendorong adopsi teknologi ini dalam industri maritim. Penggunaan bahan bakar ramah lingkungan pada kapal propulsi listrik merupakan langkah penting menuju transportasi maritim yang berkelanjutan. Dengan inovasi dan dukungan kebijakan yang tepat, teknologi ini memiliki potensi besar untuk mengurangi dampak lingkungan dan menciptakan industri maritim yang lebih hijau.

Keuntungan Menggunakan Sistem Propulsi Listrik

Penggunaan sistem propulsi listrik pada kapal nelayan menawarkan sejumlah keuntungan yang signifikan dan menjanjikan dibandingkan dengan sistem propulsi konvensional yang menggunakan mesin diesel atau bensin. Efisiensi Energi

Sistem propulsi listrik umumnya lebih efisien dalam mengubah energi menjadi daya dorong dibandingkan dengan mesin pembakaran internal. Motor listrik memiliki efisiensi yang tinggi dan dapat mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan.

Ramah Lingkungan

Sistem propulsi listrik tidak menghasilkan emisi gas buang yang merusak lingkungan seperti karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel-partikel lainnya. Hal ini sangat penting dalam mengurangi jejak karbon dan dampak lingkungan negatif dari aktivitas penangkapan ikan.

Biaya Operasional Lebih Rendah

Biaya bahan bakar listrik biasanya lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, motor listrik memiliki lebih sedikit komponen bergerak sehingga memerlukan perawatan yang lebih sedikit dan lebih sederhana, yang pada gilirannya dapat menurunkan biaya operasional secara keseluruhan.

Operasi yang Lebih Tenang

Motor listrik beroperasi dengan lebih senyap dibandingkan dengan mesin pembakaran internal. Kebisingan yang lebih rendah tidak hanya mengurangi polusi suara tetapi juga dapat menguntungkan nelayan, karena suara mesin yang bising dapat mengusir ikan.

Responsivitas yang Lebih Baik

Motor listrik memberikan torsi maksimum segera setelah dinyalakan, memungkinkan kapal untuk memiliki akselerasi yang lebih baik dan respons yang lebih cepat dalam manuver, yang sangat berguna dalam berbagai situasi di laut. Keandalan dan Umur Panjang

Motor listrik umumnya lebih tahan lama dan lebih sedikit mengalami kerusakan dibandingkan mesin pembakaran internal. Hal ini karena mereka memiliki lebih sedikit komponen yang mengalami gesekan dan keausan. Fleksibilitas dalam Desain Kapal

Dengan menggunakan sistem propulsi listrik, perancang kapal memiliki fleksibilitas lebih besar dalam menata ruang di atas kapal. Motor listrik dapat ditempatkan di berbagai posisi dan tidak memerlukan tangki bahan bakar yang besar, memberikan lebih banyak ruang untuk penyimpanan atau fasilitas lain di kapal.

Peningkatan Keselamatan

Sistem propulsi listrik mengurangi risiko kebakaran dan ledakan yang berhubungan dengan penyimpanan dan penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, perawatan yang lebih sedikit mengurangi risiko kegagalan mekanis yang dapat mengakibatkan situasi berbahaya di laut. Potensi Integrasi dengan Energi Terbarukan

Kapal nelayan dengan sistem propulsi listrik dapat dengan mudah diintegrasikan dengan sumber energi terbarukan, seperti panel surya atau turbin angin. Ini memungkinkan kapal untuk menjadi lebih mandiri dan mengurangi ketergantungan pada infrastruktur pengisian daya.

Kebijakan dan Insentif Pemerintah

Banyak pemerintah menawarkan insentif dan subsidi untuk penggunaan teknologi ramah lingkungan, termasuk sistem propulsi listrik. Ini bisa mengurangi biaya awal pengadaan dan mendorong adopsi teknologi ini di kalangan nelayan.

Penggunaan sistem propulsi listrik pada kapal nelayan membawa banyak manfaat dari segi efisiensi energi, lingkungan, biaya operasional, dan keselamatan. Meskipun mungkin ada tantangan awal dalam hal investasi dan infrastruktur pengisian daya, keuntungan jangka panjang yang ditawarkan oleh teknologi ini membuatnya menjadi pilihan yang sangat menarik bagi masa depan industri perikanan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

4. Kesimpulan

Penerapan keilmuan atau pengetahuan yang harus dimiliki oleh nelayan pada saat ini, untuk menghadapi perkembangan kemajuan teknologi kapal propulsi listrik sebagaimana dijelaskan diatas. Teknologi propulsi listrik merupakan suatu terobosan yang terus dikembangkan pada sektor transportasi, termasuk pada teknologi transportasi air yaitu kapal yang saat ini masih menggunakan sistem konvensional. Dalam proses pengembangannya termasuk upaya distribusi dan penggunaan oleh masyarakat, maka perlu masyarakat sebagai pengguna untuk bisa memahami mekanisme ataupun suatu sistem sehingga masyarakat dapat

memulai kebiasaannya dengan menggunakan teknologi tersebut.

Artinya dalam hal ini perlu upaya untuk mengedukasi masyarakat agar dapat dengan mudah menerima informasi secara jelas tentang teknologi kapal propulsi listrik, sehingga dalam kemudian hasil pengembangan teknologi ini dapat diterima oleh masyarakat umumnya. Saat ini kemampuan nelayan dalam penggunaan transportasi laut dengan sistem konvensional dapat dikatakan mumpuni dan telah menjadi kebiasaan sehari-harinya, namun tentang suatu sistem baru maka pengguna harus bisa beradaptasi dengan keterbaruan.

Sehingga perlu diberikan pemahaman tentang keterbaruan tersebut, dari uraian diatas tentang kemampuan atau pengetahuan awal yang harus diketahui atau dimiliki oleh masyarakat khususnya nelayan sebagai pengguna transportasi laut, terdapat beberapa yang perlu dikuasai yaitu tentang penggunaan, komponen manufaktur, perawatan, bahan bakar/sumber energi, dan keuntungan penggunaan. Dari pengetahuan yang dimiliki nelayan, atas keterbaruan teknologi pada kapal akan menjadi dasar untuk mencoba membiasakan diri dengan teknologi kapal propulsi listrik.

Daftar Pustaka

- [1] A. Majir and I. Nasar, "Pengaruh E-Commerce Era Industri 4.0 Dan Kesiapan Menyambut Revolusi Society 5.0," *Sebatik*, vol. 25, no. 2, pp. 530–536, 2021, doi: 10.46984/sebatik.v25i2.1574.
- [2] azzahra ilka Aulia, "10+ Macam Alat Transportasi Laut beserta Penjelasan & Gambarnya," megah anugrah energi. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://solarindustri.com/blog/macam-transportasi-laut/>
- [3] R. Noviyanti, "FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KOMPETENSI NELAYAN DI TELUK BANTEN : MENGGUNAKAN PARTIAL LEAST SQUARE- STRUCTURAL EQUATION MODELLING (PLS-SEM) Factors Influencing to The Fisherman ' s Competency in Banten Bay Using Partial Least Square-Structural Equation Mode," vol. 10, no. 1, pp. 33–44, 2019.
- [4] I. G. A. Wesnawa, P. I. Christiawan, A. Sudarmawan, and L. Gede, "Membangun Kompetensi Nelayan Dalam Industri Kelautan," vol. 1, pp. 127–132, 2017.
- [5] I. W. Puspitawati, "POLUSI UDARA DAN UJI

- EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR SEBAGAI PRASYARAT PEMBERIAN PERPANJGN STNK,” BAPPEDA DIY. [Online]. Available: <https://bappeda.jogjaprovo.go.id/artikel/detail/46-a-polusi-udara-dan-uji-emisi-gas-buang-kendaraan-bermotor-sebagai-prasyarat-pemberian-perpanjgn-stnk>
- [6] I. Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, “Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor,” *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 1, no. 3, p. 241, 2014, doi: 10.54324/j.mtl.v1i3.23.
- [7] biro komunikasi dan informasi Publik, “Kendaraan Listrik Masa Depan Transportasi Indonesia,” kementerian perhubungan republik indonesia. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://dephub.go.id/post/read/kendaraan-listrik-masa-depan-transportasi-indonesia>
- [8] A. K, “Pengertian Teknologi: Jenis-Jenis, Manfaat, Dampak Negatif dan Positif,” gramedia. Accessed: Jun. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.gramedia.com/literasi/iptek/>
- [9] S. Saleh, “Sistem Propulsi Elektrik,” slide share. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/slideshow/sistem-propulsi-elektrik/44549872>
- [10] A. Prima and H. Rahadian, “Pentingnya Teknologi Baterai Lithium-Ion untuk Propulsi Kapal Selam,” lembaga kajian pertahanan strategis. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://lembagakeris.net/peentingnya-teknologi-baterai-lithium-ion-untuk-propulsi-kapal-selam/>
- [11] Rosyid, “Jepang Bangun Kapal Bertenaga Listrik Pertama Didunia,” GATRA.com. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.gatra.com/news-438625-teknologi-jepang-bangun-kapal-bertenaga-listrik-pertama-didunia.html>
- [12] Sugiyono, *Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. ALFABETA, 2013.
- [13] Hardani *et al.*, *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*, no. March. yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Group, 2020.
- [14] hans klein Woud and D. Stapersma, *Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems*, vol. 5, no. 4. london: The institute of Marine Engineering, Science and Technology, 2002. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2010.05.051>
- [15] A. B. of Shipping, “Guidance notes on health, safety and environmental protection for electric propulsion systems,” ABS. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://ww2.eagle.org/en/rules-and-resources/rules-guides/guides/guidance-notes-for-marine-industries.html>
- [16] R. Taccani and N. Zuliani, “Battery-based Electric Propulsion: Challenges and Opportunities for the Maritime Sector,” *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 6, no. 3, p. 101, 2018.
- [17] I. M. Organization, “Guidelines on the medical examinations of seafarers,” IMO. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/TrainingCertification/Pages/Default.aspx>
- [18] J. Carlton, *Marine Propellers and Propulsion*. Heinemann: Butterworth, 2012.
- [19] L. Register, *Rules and Regulations for the Classification of Ships*. 2019.
- [20] J. D. Glover, M. S. Sarma, and T. J. Overbye, *Power System Analysis and Design*. 2016.
- [21] M. E. Solutions, “The Rise of Battery Hybrid Propulsion: A Guide to Hybrid and Electric Marine Power Solutions,” man energy solution.
- [22] B. P. Systems, “Fuel Cells for Maritime Applications: Clean Energy for Ships,” Ballard Power Systems. Accessed: Jun. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.ballard.com>
- [23] I. E. Agency, *The Future of Hydrogen: Seizing Today’s Opportunities*. 2019.
- [24] W. Bank, “The Potential of Biofuels for Maritime Transport,” world bank. Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <https://www.worldbank.org>
- [25] S. Brynolf, E. Fridell, and K. Andersson, “Environmental Assessment of Marine Fuels: Liquefied Natural Gas, Liquefied Biogas, Methanol, and Bio-methanol,” *J. Clean. Prod.*, vol. 74, pp. 86–95, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.03.052.
- [26] S. Aryana, “Studi Literatur: Analisis Penerapan dan Pengembangan Penilaian Autentik Kurikulum 2013 pada Jurnal Nasional dan Internasional,” *Pros. Semin. Nas. Pascasarj.*, vol. 4, no. 1, pp. 368–374, 2021.

- [27] F. Baldi, F. Ahlgren, T. V. Nguyen, and C. Gabriellii, "Energy and exergy analysis of ship energy systems – The case study of a chemical tanker," *Energy Convers. Manag.*, vol. 159, pp. 378–392, 2018, Accessed: Apr. 29, 2024. [Online]. Available: <http://e-journal.polnes.ac.id/index.php/etampolnes/article/view/675>
- [28] F. Baldi and C. Gabriellii, "A feasibility analysis of fully electric propulsion systems in small fishing vessels," *Mar. Technol. Soc. J.*, vol. 52, no. 4, pp. 47–58, 2018.
- [29] J. A. Díaz and J. . De la Cruz, *Electric Propulsion for Merchant Ships*. Marine Technology and Sustainable Development, 2019.
- [30] H. and S. Executive, "Electric propulsion systems on ships: Maintenance and safety guidance," HSE. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/marine/safety-alerts/electric-propulsion-systems.htm>
- [31] GloMEEP, "Energy Efficiency Technologies and Operational Best Practices," *Int. Marit. Organ.*, 2019.
- [32] U. S. C. Guard, "Marine safety manual, volume II: Materiel inspection," USCG. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.dco.uscg.mil/Our-Organization/Assistant-Commandant-for-Prevention-Policy-CG-5P/Inspections-Compliance-CG-5PC-/Inspections-Compliance-Directorate-CG-5PC-/Materiel-Inspection-Division-CG-5PC-3/>
- [33] H. F. Hansen and F. F. Wendt, "Integration of Renewable Energy Sources on Ships," *Energy Procedia*, vol. 73, no. 1, pp. 113–121, 2015.
- [34] K. Johnson, "The impact of electric propulsion on the fishing industry," *J. Marit. Res.*, vol. 55, no. 2, pp. 159–172, 2020.
- [35] E. Lindstad and G. S. Eskeland, "Environmental regulations in shipping: Policies and impacts," *Marit. Econ. Logist.*, vol. 18, no. 4, pp. 409–426, 2016.
- [36] M. Wagner and P. Adriaens, "The economics of transitioning to electric propulsion in marine vessels," *J. Clean. Prod.*, vol. 230, pp. 1265–1275, 2019.
- [37] H. K. Woud and D. Stapersma, "Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems," *J. Penelit. Kebijak. Pendidik.*, vol. 11,