

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Luaran.....	4
BAB 2 GAGASAN	4
2.1 Pemicu Gagasan	4
2.2 Gagasan Solusi	7
2.3 Pihak-Pihak Terkait	10
2.4 Langkah-Langkah Strategis.....	10
BAB 3 KESIMPULAN.....	12
3.1 Gagasan yang Diajukan.....	12
3.2 Teknik Implementasi	12
3.3 Prediksi Dampak Gagasan.....	13
DAFTAR PUSTAKA	13
LAMPIRAN.....	16
Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota, serta Dosen Pendamping	16
Lampiran 1.1 Biodata Ketua.....	16
Lampiran 1.2 Biodata Anggota.....	17
Lampiran 1.3 Biodata Dosen Pendamping	19
Lampiran 2. Susunan Tim Pengusul dan Pembagian Tugas.....	23
Lampiran 3. Surat Pernyataan Ketua Tim Pengusul.....	25

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama beberapa dekade terakhir, peristiwa cuaca ekstrem dan variabilitas iklim telah menjadi semakin umum dan nyata di berbagai belahan dunia. Perubahan ekstrem ini dampak dari kenaikan suhu permukaan rata-rata global sebesar 1°C oleh efek rumah kaca. Kenaikan suhu telah mencapai 1°C pada tahun 2017 dan kenaikan suhu diperkirakan akan mencapai 1,5°C antara tahun 2030 hingga 2052 karena konsentrasi CO₂ di atmosfer semakin meningkat. Kenaikan suhu dunia membuka peluang besar resiko terjadinya cuaca dan panas ekstrem (Wimbadi dan Djalante, 2020).

Ketergantungan industri pelayaran terhadap bahan bakar fosil sebagai sumber energi membuat sektor pelayaran berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca global, yaitu sebesar 3% dari total emisi dunia (Urban dkk., 2024). Konsumsi bahan bakar diidentifikasi sebagai faktor utama yang mendorong emisi pada sektor pelayaran (Kroner dkk., 2022). Terdapat lebih dari 117 juta ton bahan bakar yang dikonsumsi di tahun 2018 yang mengakibatkan lebih dari 367 juta ton pelepasan emisi (Cepowski dan Drozd, 2023). Pesatnya pertumbuhan ekonomi global menyebabkan peningkatan konsumsi energi yang signifikan dan emisi yang besar terkhusus pada sektor pelayaran yang menghasilkan emisi dalam jumlah yang besar. Hal ini mengakibatkan penggunaan bahan bakar energi terbarukan menjadi pemicu dalam mewujudkan era kapal listrik di perairan Asia Tenggara. Terdapat perbedaan mengenai efisiensi energi yang signifikan antara kapal bahan bakar fosil dan kapal listrik dimana kapal listrik lebih diunggulkan dalam segi efisiensi energi dan dampak lingkungan. Kapal listrik memiliki efisiensi 50-60 persen melebihi mesin diesel konvensional dan mesin bahan bakar yang sering digunakan saat ini (Wang dkk., 2024).

Asia Tenggara terletak di posisi strategis berada di antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia yang menghubungkan Asia Timur Laut, terutama Cina, Jepang dan Korea Utara, ke seluruh dunia (Yap dkk., 2023). Hal ini yang menjadi Asia Tenggara sebagai salah satu jalur perairan navigasi internasional yang sangat penting dalam dunia perdagangan yaitu Selat Malaka. Lokasinya yang strategis membuat lebih dari 60.000 kapal dari seluruh dunia melewati Selat Malaka setiap tahunnya dan 80% kapal membawa minyak ke Asia Timur Laut (Rahman dkk., 2014).

Dunia internasional kini sedang berupaya mengurangi emisi dari pelayaran maritim melalui Perjanjian Paris (*Paris Agreement*) untuk mencapai dekarbonisasi di sektor maritim (Urban dkk., 2024). Perjanjian Paris 2015 membawa banyak negara berkoalisi membentuk rencana jangka pendek dan jangka panjang untuk mengurangi emisi karbon, salah satunya dengan beralih dari energi fosil menjadi energi terbarukan (Baruch-Mordo dkk., 2019). Negara di Asia Tenggara juga ikut andil dalam perjanjian ini dan membentuk kebijakan khusus di negara masing

masing. Bahkan, Asia Tenggara menargetkan 36% energi terbarukan dalam bauran energi regionalnya pada tahun 2030 (Quirapas dan Taeihagh, 2021).

Salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Asia Tenggara adalah energi terbarukan laut (*Ocean Renewable Energy* - ORE). Energi terbarukan laut yang paling berpotensi di Asia Tenggara adalah energi gelombang laut dan pasang surut (*tidal*). Hampir setiap negara di Asia Tenggara memiliki potensi energi gelombang laut dan pasang surut (*tidal*), bahkan energi gelombang laut di Indonesia mencapai 1,995 MW dan energi pasang surut di Philipina mencapai 40-60 GW (Quirapas dkk., 2015)

Sektor maritim memerlukan keselarasan teknologi yang berkesinambungan antara terobosan baru dan lama untuk mewujudkan transisi energi yang berkelanjutan dalam dunia pelayaran (Urban dkk., 2024). Salah satu upaya yang dilakukan *International Maritime Organization* (IMO) yaitu melakukan pengembangan kapal listrik untuk mengurangi emisi karbon (Gao dkk., 2022). Saat ini telah dikembangkan *All-Electric Ship* (AES) seperti MF Ampere sebagai kapal feri bertenaga listrik pertama di dunia dengan kapasitas 1 MWh yang telah dioperasikan sejak 2015 dan berhasil mengurangi 2.670 ton emisi karbon. Tahun 2017, China juga membuat kapal listrik berbobot 2.000 ton pertama di dunia dengan kapasitas baterai 2,4 MWh (Zhang dkk., 2023). Kapal ini merupakan kapal kargo pertama yang menggunakan baterai Li-ion dengan waktu pengisian daya baterai sekitar 2 jam untuk mengisi penuh baterai berkapasitas 2,4 MW. Kapal ini dapat berlayar hingga 80 km saat baterai terisi penuh dengan kecepatan maksimum 7 knot (Mutarraf dkk., 2018).

Pengisian maupun penggantian baterai kapal listrik selama ini dilakukan dengan cara kapal berlabuh ke pelabuhan (Zhang dkk., 2023). MF Ampere milik Norled AS, feri tanpa emisi pertama, dapat menempuh jarak 5,7 km antara desa Lavik dan Oppedal di Norwegia. Kapal ini berlayar sekitar 20 menit dan membutuhkan waktu tambahan berlabuh sekitar 10 menit hanya untuk mengisi baterai ke stasiun baterai yang terletak di sisi pantai (Mutarraf dkk., 2018). Situasi ini memiliki tantangan yaitu membutuhkan waktu pelayaran yang lebih lama hanya karena pengisian baterai. Hal ini membuat rute kapal listrik menjadi tidak efisien dan membutuhkan biaya perjalanan di luar rute (Mutarraf dkk., 2022). Selain itu, antrian di pelabuhan dengan kapal lainnya menimbulkan kepadatan lalu lintas pelayaran di dermaga, kepadatan ini akan meningkatkan biaya perjalanan dan mengurangi aksesibilitas (Fattah dkk., 2022). Kepadatan juga memiliki dampak yang berpotensi merusak ekosistem laut karena jumlah kapal yang besar dapat menutupi kebutuhan cahaya ekosistem di bawahnya (Jelic-mrcelic dkk., 2021). Pengisian baterai di pelabuhan umumnya masih terhubung dengan sistem tenaga yang mengandalkan bahan bakar fosil, yang tidak ramah lingkungan. (Mutarraf dkk., 2018). Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk proses pengisian baterai atau penggantian baterai yang mudah dijangkau oleh kapal, tidak membutuhkan waktu yang lama, dan tidak merusak ekosistem. Sistem pengisian baterai yang handal untuk kapal listrik ini

dapat diwujudkan dengan membangun sistem stasiun pengisian baterai di tengah laut. Stasiun ini dapat mendukung kapal-kapal yang beroperasi di sepanjang jalur pelayaran dengan memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi, sehingga pengoperasian kapal listrik dapat lebih optimal.

Sistem *electric ship charging station* berbasis energi terbarukan di laut Asia Tenggara menjadi salah satu bentuk pengoptimalan pada operasi kapal listrik dengan memanfaatkan potensi jalur pelayaran tersibuk di kawasan ini. Pembangunan sistem ini tidak hanya menjadi langkah awal dalam transformasi energi fosil menjadi energi terbarukan di dunia perkapalan, tetapi juga membuka peluang untuk menciptakan sektor maritim bebas emisi karbon. Gagasan ini memiliki dampak positif terhadap empat poin *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang telah ditetapkan oleh PBB, yakni poin 7 (*Affordable and Clean Energy*), poin 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*), poin 13 (*Climate Action*), dan Poin 17 (*Partnerships for the Goals*) seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 *Sustainable Development Goals* (SDGs) (a) poin 7 (b) poin 9 (c) poin 13 (d) poin 17

(Sumber: <https://sdgs.un.org/goals>, Diakses tanggal 09 Februari 2024)

1.2 Rumusan Masalah

Asia Tenggara adalah salah satu wilayah dengan lalu lintas kapal tersibuk di dunia. Kapal-kapal yang beroperasi saat ini pada umumnya menggunakan sumber energi listrik fosil. Hal ini tentunya memberikan dampak negatif bagi lingkungan sekitar. Oleh karena itu, beberapa negara di dunia mulai mengembangkan kapal bertenaga listrik menggantikan teknologi sebelumnya. Tantangan dari kapal bertenaga listrik adalah kapasitas baterai yang terbatas serta proses pengisian baterai yang membutuhkan waktu panjang. Kapal untuk mengisi baterainya terpaksa harus menepi ke dermaga meskipun stasiun tersebut bukan tujuan pelayaran utamanya. Kondisi ini menyebabkan penggunaan kapal listrik tidak efisien, sehingga dibutuhkan tempat pengisian yang mudah dijangkau oleh kapal listrik tanpa harus berlabuh ke dermaga terlebih dahulu.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan gagasan futuristik tertulis ini adalah mengusulkan rancangan konsep pengembangan *electric ship charging station* kapal dengan memanfaatkan energi terbarukan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dan Pembangkit Tenaga Pasang Surut (*Tidal*) di sektor pelayaran Asia Tenggara untuk mencapai *net zero emission* 2050 sebagai upaya pengembangan transportasi listrik dunia terutama di dunia pelayaran dan transformasi menuju energi hijau. Dengan mendorong kolaborasi regional

diharapkan Asia Tenggara dapat menjadi pelopor dan penggerak sektor maritim berkontribusi dalam transisi energi terbarukan dan menuju *net zero emission* 2050.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari gagasan ini diantaranya.

1. Mereduksi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil di sektor maritim dan beralih menggunakan energi terbarukan.
2. Menekan angka emisi karbon sektor maritim untuk mencapai *net zero emission* tahun 2050.
3. Mendorong inovasi dan pengembangan transportasi listrik di sektor maritim.
4. Mendukung gerakan dunia dalam mewujudkan *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 7 (*Affordable and Clean Energy*), poin 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*), poin 13 (*Climate Action*), dan Poin 17 (*Partnerships for the Goals*).

1.5 Luaran

Terdapat beberapa luaran dari program kreativitas mahasiswa gagasan futuristik tertulis ini, diantaranya artikel gagasan futuristik tertulis sebagai luaran utama serta luaran tambahan pendukung gagasan lain yang meliputi publikasi media sosial dan media massa.

BAB 2 GAGASAN

2.1 Pemicu Gagasan

Sejak pra-revolusi industri, aktivitas manusia telah mendorong peningkatan karbon dioksida (CO₂) di atmosfer secara signifikan. Peningkatan emisi karbon memicu kenaikan suhu rata-rata global yaitu sekitar 1,1 hingga 1,3°C. Jika emisi yang tinggi terus berlanjut tanpa tindakan mitigasi segera, suhu diperkirakan akan meningkat 1,5°C antara tahun 2030 dan 2052, dan lebih dari 3-5°C pada tahun 2100. Perjanjian Paris 2015 menetapkan tujuan untuk menjaga kenaikan suhu di bawah 2°C dan melanjutkan upaya untuk membatasinya hingga 1,5°C pada tahun 2100. Penelitian menunjukkan bahwa sebelum tahun 2025 emisi karbon global harus mencapai puncaknya dan turun menjadi nol pada tahun 2050 untuk mempertahankan peluang 50% untuk mencapai target 1,5° C (Afrane dkk., 2024). Peningkatan suhu ini berdampak terhadap kenaikan air laut global sejak 200 tahun terakhir akibat ekspansi termal air laut serta pencairan glasial dan lapisan es di kutub. Selama periode 1900-1993 perubahan tinggi permukaan laut global meningkat sekitar 1,1 hingga 1,8 mm yr⁻¹, bahkan terus meningkat pesat sekitar 3 hingga 3,6 mm yr⁻¹. Pesatnya peningkatan kenaikan permukaan laut global akan berdampak besar terhadap daratan, perubahan iklim, dan keselamatan masyarakat global. Jika tidak ada tindakan signifikan dalam mengatasi emisi gas rumah kaca, dikhawatirkan kondisi global akan semakin memburuk (Nepal dkk., 2022).

Perjanjian Paris 2015 menargetkan sektor transportasi harus mengurangi total emisi karbon pada tahun 2050 sebesar 80% dari emisi karbon pada tahun 2010

Transportasi laut dinilai sebagai sarana yang paling efisien untuk mengangkut kargo dan penumpang ke luar negeri dibandingkan dengan media transportasi lain seperti udara, kereta api, atau jalan raya dalam bidang perdagangan. Emisi karbon dioksida sebesar 3 persen dari emisi karbon dioksida tahunan dunia yang disebabkan oleh sektor transportasi laut. Transportasi laut bertanggung jawab atas sekitar 3 persen emisi karbon dioksida tahunan dunia. Tingkat emisi dari pelayaran internasional diperkirakan akan meningkat sebesar 50% hingga 250% pada tahun 2050 (Ha dkk., 2023).



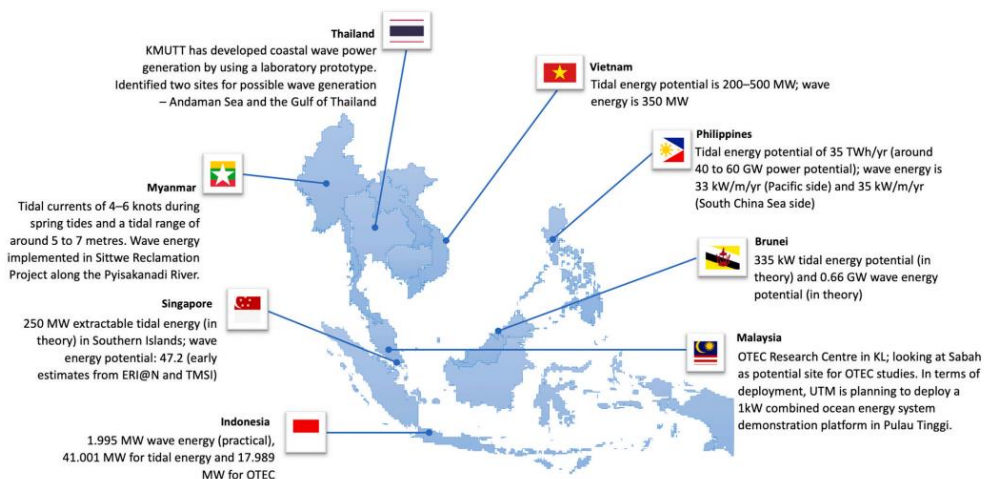
Gambar 2. 1 Rute pelayaran dunia (Qian, 2021)

Asia Tenggara terletak di posisi strategis, yaitu diapit Samudra Pasifik dan Samudra Hindia seperti pada Gambar 2.1 (Yap dkk., 2023). Hal ini yang menjadi Asia Tenggara sebagai salah satu jalur perairan navigasi internasional yang sangat penting dalam dunia perdagangan yaitu Selat Malaka. Lokasinya yang strategis membuat lebih dari 60.000 kapal dari seluruh dunia melewati Selat Malaka setiap tahunnya dan 80% kapal membawa minyak ke Asia Timur Laut (Rahman dkk., 2014). Pelayaran di Asia Tenggara menjadi penghasil emisi karbon yang besar di sektor maritim dimana pada tahun 2019 telah mencapai $13,7 \times 10^6$ ton CO₂. Jika tidak ada tindakan yang signifikan, diperkirakan pada tahun 2050 emisi pelayaran Asia Tenggara akan melebihi 38×10^6 ton atau meningkat tiga kali lipat (Oloruntobi dkk., 2024).

Asia Tenggara dilewati garis khatulistiwa sehingga menjadikan Asia Tenggara beriklim tropis. Iklim yang mendukung membuat Asia Tenggara memiliki begitu banyak hutan tropis dengan total luas hutan pada tahun 2020 mencapai 207,5 juta ha, di mana 92% di antaranya merupakan hutan alam dan 8% sisanya merupakan hutan tanaman. Hutan memainkan peran penting dalam keberlanjutan global yaitu menyerap dan menyimpan karbon dunia. Faktanya, emisi karbon dari deforestasi dan degradasi hutan di daerah tropis telah diakui sebagai faktor utama kedua yang berkontribusi terhadap emisi karbon global, setelah pembakaran bahan bakar fosil. Antara tahun 2000 dan 2005, deforestasi hutan tropis melepaskan antara 2,1 hingga 4,5 miliar ton per tahun setiap tahun antara tahun 2000 dan 2005 atau 12-20% dari emisi karbon dunia. Namun, hutan tropis terus berkurang sekitar 10 juta ha setiap tahunnya antara tahun 2015 dan 2020 termasuk di daerah Asia Tenggara. Berkurangnya hutan tropis kemungkinan besar akan berdampak serius terhadap iklim global, karena cadangan karbon hutan tropis menyumbang hampir setengah dari cadangan karbon terestrial global (Sasaki dkk., 2021). Sebagai jalur

maritim yang penting di dunia, Asia Tenggara berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon secara signifikan, sehingga menjadi ancaman bagi lingkungan, terutama hutan tropis di Asia Tenggara. Kerusakan hutan tropis ini tentu saja semakin memperburuk efek rumah kaca.

Emisi dari pelayaran dapat menyebar dari lautan ke daratan melalui pergerakan atmosfer. Hal ini berdampak negatif pada iklim di sekitar pemukiman dan kesehatan manusia. Total emisi dari pelayaran yang dihasilkan jika tanpa langkah pencegahan dapat mencapai 1.500 juta ton pada tahun 2050 atau meningkat 50% dari tahun 2018 (Lu dkk., 2023). Perjanjian Paris 2015 membawa banyak negara dari belahan dunia untuk berkomitmen untuk mengurangi emisi karbon, salah satunya adalah beralih dari energi fosil ke energi terbarukan (Quirapas dan Taeihagh, 2021). Salah satu negara yang ikut andil dalam Perjanjian Paris 2015 adalah negara-negara anggota *Association of Southeast Asia Nations* (ASEAN). Sektor energi ASEAN menyumbang 1,4 gigaton emisi karbon dioksida (CO₂), yang mewakili 4% dari emisi karbon terkait energi global pada tahun 2018. *International Energy Agency* (IEA) memperkirakan bahwa emisi karbon di Asia Tenggara akan meningkat hingga mencapai 2,4 gigaton pada tahun 2040, 71% lebih tinggi dari tahun 2018. Asia Tenggara merupakan salah satu wilayah yang paling rentan terhadap perubahan iklim yang akan berdampak pada populasi dan hutan tropisnya. Oleh karena itu, negara-negara ASEAN berkomitmen untuk mencapai *net zero emission* 2050 yang bertujuan untuk mengurangi emisi di kawasan Asia Tenggara (Handayani dkk., 2022).



Gambar 2. 2 Ringkasan potensi energi terbarukan lautan di Asia Tenggara (Quirapas dan Taeihagh, 2021)

Pada tahun 2030, kawasan Asia Tenggara memiliki target 36% energi yang ada berasal dari sumber terbarukan. Energi terbarukan dari laut merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang sangat menjanjikan di Asia Tenggara. Semua negara di Asia Tenggara mempunyai potensi yang besar dalam pemanfaatan energi terbarukan laut, terutama tenaga pasang surut dan gelombang laut seperti pada Gambar 2.2 (Quirapas dan Taeihagh, 2021). Potensi energi pasang surut di

gelombang laut mencapai 80.000 TWh/yr dan energi pasang surut mencapai 1.100 TWh/yr di kawasan Asia Tenggara (Quirapas dkk., 2015).

Menurut data statistik, hampir 90% logistik perdagangan luar negeri di dunia menggunakan transportasi laut. Hal ini meningkatnya kekhawatiran emisi karbon yang dihasilkan oleh sektor pelayaran. Melihat kondisi ini, dunia melihat solusi yang menjanjikan dari *All-Electric Ship* (AES) untuk mengatasi permasalahan emisi sektor maritim (Gao dkk., 2024).

Pengisian baterai dengan mengandalkan bahan bakar fosil untuk mengisi ulang baterai tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap emisi karbon. Untuk mengurangi emisi karbon dan mendorong keberlanjutan, beralih ke sumber energi terbarukan untuk pengisian ulang baterai bisa menjadi sangat penting (Gao dkk., 2024). Pemilihan sumber energi terbarukan yang akan digunakan untuk *charging station* di Asia Tenggara disesuaikan dengan potensi dan pertimbangan lingkungan di kawasan ini. Tenaga surya, tidak digunakan secara luas karena harus mencakup permukaan laut yang luas sehingga dapat mengganggu ekosistem laut di bawahnya, dan sifatnya yang intermiten dimana menghasilkan energi hanya pada siang hari dan cuaca cerah. Tenaga angin, dapat menimbulkan risiko bagi burung laut dan membutuhkan lahan yang luas sehingga berpotensi mengganggu ekosistem laut (Rahman dkk., 2022). Selain itu, energi panas laut tidak diadopsi secara luas karena tidak semua negara Asia Tenggara memiliki potensi energi panas laut (Quirapas dan Taeihagh, 2021). Maka dari itu, energi pasang surut dan gelombang laut menjadi energi paling tepat untuk diimplementasikan pada *electric ship charging station* di Asia Tenggara sebagai upaya mengurangi emisi karbon dan menuju *net zero emission* 2050.

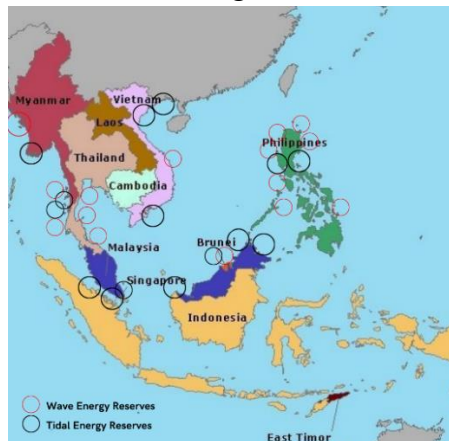
Pembangunan pembangkit listrik energi terbarukan yang memanfaatkan energi pasang surut dan gelombang bawah laut memiliki dampak sistemik yang perlu diperhatikan mulai dari perancangan, pembangunan, hingga implementasi. Dampak ini dapat mempengaruhi aspek ekonomi dan lingkungan. Selama proses pembuatan, emisi karbon dari produksi material, dan konstruksi perlu diawasi. Dampak terhadap flora dan fauna laut yang disebabkan oleh pembangunan juga harus diperhatikan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi yang kurang tepat dapat berakibat pada kerusakan lingkungan serta memerlukan biaya yang cukup tinggi dalam proses pembuatannya. Pemilihan teknologi yang tepat dan ramah lingkungan tetap menjadi faktor utama dalam meminimalkan dampak negatif dan memaksimalkan manfaat dari pembangunan pembangkit listrik energi pasang surut dan gelombang bawah laut. Pengelolaan yang tepat terhadap dampak sistemik ini memerlukan otoritas lingkungan yang ketat sehingga tidak terjadi hal yang dapat mengganggu stabilitas dari pembangkit listrik tersebut.

2.2 Gagasan Solusi

Peningkatan emisi karbon memperparah pemanasan global dan perubahan iklim. Meningkatnya suhu dan kekeringan yang disebabkan oleh emisi karbon memberi dampak negatif terhadap ekosistem tropis untuk menyerap karbon. Asia

Tenggara menjadi sorotan karena hutan tropisnya. Emisi karbon Asia Tenggara yang semakin memburuk akan berdampak terhadap hutan tropis di kawasan ini untuk menyerap emisi karbon dunia (DeFries dkk., 2002).

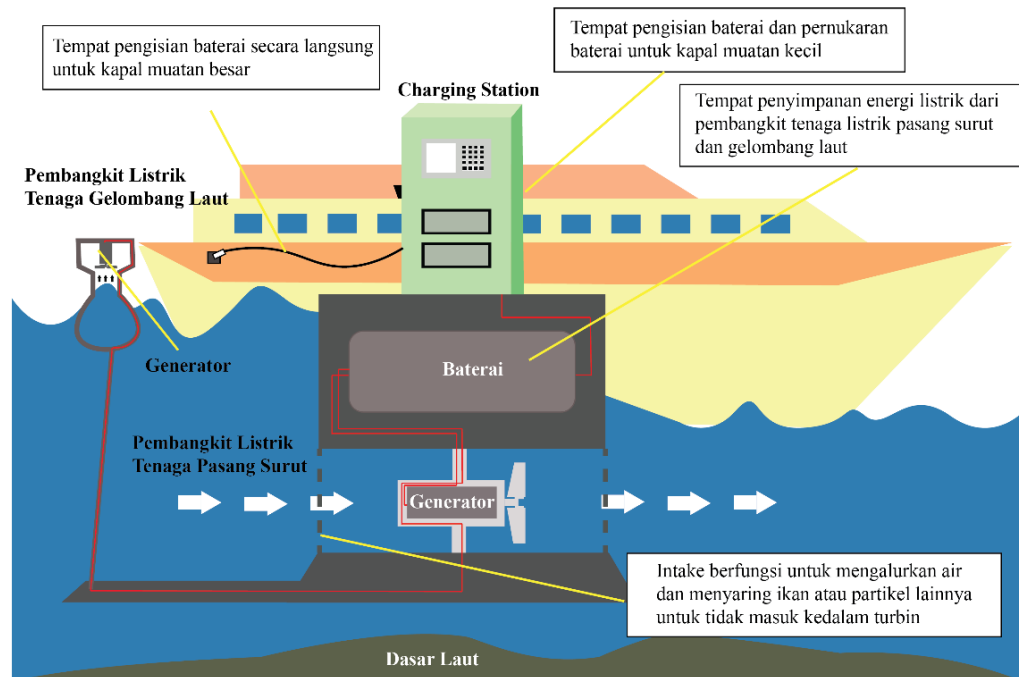
Asia Tenggara dengan pelayaran tersibuknya berkontribusi besar didalam emisi karbon sektor maritim. Seluruh dunia sedang berupaya mengurangi emisi karbon di sektor maritim dengan menciptakan kapal listrik untuk mengurangi peningkatan emisi karbon. Kapal bertenaga listrik memiliki kendala belum bisa dioperasikan jarak jauh dikarenakan kebutuhan akan pengisian energi di tengah perjalanan membuat kapal harus berlabuh di daratan untuk mengganti baterai atau mengisi ulang. Maka dari itu dibutuhkan *charging station* untuk kapal listrik di tengah laut agar mobilitas lebih efisien dan hemat energi.



Gambar 2. 3 Area yang memiliki potensi pembangunan *charging station* di Asia Tenggara

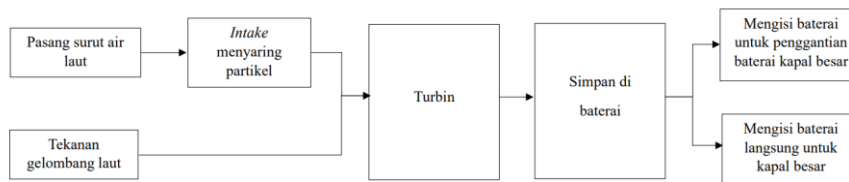
(Sumber: dokumen pribadi)

Perancangan *charging station* di Asia Tenggara akan berdampak signifikan terhadap emisi karbon dunia terutama sektor maritim. Penurunan emisi karbon di Asia Tenggara akan mengembalikan hutan tropis menjadi paru-paru dunia dalam mengentaskan emisi karbon dunia. Penerapan *charging station* tanpa energi terbarukan tidak akan memberikan dampak yang signifikan terhadap upaya penurunan emisi karbon sebab *charging station* dengan memanfaatkan energi fosil akan tetap menyumbang karbon untuk dunia. Energi pasang surut dan gelombang laut di Asia Tenggara menjadi potensi yang besar untuk realisasi pembangunan *charging station* dengan energi terbarukan di tengah laut sepanjang rute perkapalan. Lokasi yang berpotensi untuk pengembangan stasiun pengisian daya listrik di Asia Tenggara seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.3. Lokasi ini diidentifikasi berdasarkan lokasi yang cocok untuk membangun pembangkit listrik tenaga pasang surut dan gelombang laut di setiap negara Asia Tenggara. Titik-titik tersebut ditentukan berdasarkan karakteristik dari pembangkit yang digunakan dan kemudian digabungkan untuk menilai potensi di sepanjang jalur pelayaran Asia Tenggara. Terlihat bahwa hampir di sepanjang rute pelayaran Asia Tenggara memiliki potensi untuk membangun *charging station* bertenaga pasang surut dan gelombang laut.



Gambar 2. 4 Ilustrasi gagasan
(Sumber: dokumen pribadi)

Pada dasarnya, sistem ini menghasilkan energi dengan memanfaatkan potensi energi di sekitarnya yaitu energi pasang surut dan gelombang laut. Sistem ini terletak mengapung di atas permukaan laut dimana hal ini menjadikan lokasi pembangkit listrik menjadi lebih fleksibel (Nazir, 2021). Gagasan ini mengusung dua energi terbarukan laut untuk menghasilkan energi yang optimal. Pembangkit listrik tenaga pasang surut memanfaatkan perbedaan potensial air yang menghasilkan tekanan yang besar untuk menggerakkan turbin seperti Gambar 2.4. Air laut akan disaring oleh *intake* untuk menghindari ikan atau partikel mengenai sistem turbin. Turbin yang diputar oleh tekanan air laut akan menghasilkan energi mekanik yang akan diubah oleh generator menjadi energi listrik. Hal ini berbeda cara kerjanya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dimana memanfaatkan tekanan fluida gelombang laut sebagai piston sehingga akan menciptakan pompa yang efektif. Saat gelombang laut mencapai lembahnya maka tekanan udara akan menekan ke bawah, namun saat mencapai puncak gelombang laut tekanan udara tersebut akan menekan ke atas dan membuat turbin udara akan berputar dikarenakan tekanan tersebut. Kemudian, energi mekanik yang dihasilkan turbin diubah menjadi energi listrik melalui generator. Baterai akan digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh kedua pembangkit tersebut. Pengguna *charging station* dikategorikan menjadi dua seperti sekma pada Gambar 2.5 yaitu kapal yang menggunakan sistem tukar baterai untuk memenuhi energinya, biasanya digunakan oleh kapal muatan kecil dan kapal yang langsung mengisi baterainya melalui *charging station* yang biasanya digunakan oleh kapal bermuatan besar.



Gambar 2. 5 Skema gagasan
(Sumber: dokumen pribadi)

2.3 Pihak-Pihak Terkait

Dalam mengimplementasikan gagasan futuristik tertulis ini, terdapat beberapa pihak yang perlu terlibat di dalamnya, diantaranya:

1. ASEAN yang memiliki peran penting dalam membentuk regulasi dan pengawasan yang mendukung pengembangan kapal bertenaga listrik dan stasiun pengisian listrik di perairan Asia Tenggara.
2. Pemerintah Indonesia bertanggung jawab memfasilitasi kerjasama antara pihak- pihak terkait, termasuk perusahaan energi terbarukan, perguruan tinggi, dan perusahaan manufaktur kapal dan teknologi untuk memastikan integrasi sistem *electric ship charging station* secara efisien dan berkelanjutan.
3. Perguruan tinggi dan lembaga riset yang berperan dalam melakukan penelitian terkait pengembangan kapal listrik dan energi terbarukan.
4. Perusahaan energi terbarukan memegang peran vital dalam merancang, membangun, dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga pasang surut dan gelombang laut.
5. Perusahaan Manufaktur Kapal dan Teknologi seperti PT. PAL Indonesia berperan dalam mengembangkan dan memasarkan kapal bertenaga listrik dan teknologi *electric ship charging station* yang efisien untuk operasi di tengah laut.
6. Masyarakat memiliki peran sebagai pengguna utama teknologi ini. Dukungan mereka terhadap kebijakan dan inisiatif pengurangan emisi karbon di sektor maritim krusial untuk kesuksesan implementasi.
7. Organisasi lingkungan seperti Greenpeace, Walhi, dan kelompok lingkungan lainnya memiliki peran vital dalam memantau dampak lingkungan.
8. Investor dan lembaga keuangan yang menyediakan pendanaan untuk proyek-proyek kapal bertenaga listrik dan *electric ship charging station*.

2.4 Langkah-Langkah Strategis

Tahapan sistematis yang perlu dilakukan dalam pengimplementasian sistem kapal listrik melalui pengadaan *electric ship charging station* dengan energi terbarukan di laut Asia Tenggara ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Langkah-langkah strategis

Tahap	Langkah Strategis	Timeline
Penelitian dan kajian awal	Pada tahap ini akan dilakukan studi kelayakan teknis dan ekonomis terkait sistem kapal listrik di laut Asia	2024

	Tenggara. Selanjutnya diperlukan juga menyusun analisis dampak lingkungan dan sosial dari implementasi proyek dan mendapatkan dukungan riset dari perguruan tinggi dan lembaga riset terkait.	
Perencanaan detail gagasan sistem	Tahap selanjutnya merencana titik- titik strategis pembangunan <i>charging station</i> dan pembangkit listrik terbarukan di tengah laut. Kemudian, penentuan rute kapal listrik yang optimal untuk cakupan area <i>charging station</i> dan menyusun rencana teknis untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga pasang surut dan gelombang laut	2024-2026
Proses penyediaan infrastruktur	Tahapan ini pemerintah dan ASEAN berkolaborasi dengan untuk merumuskan regulasi dan mendukung pengembangan kapal listrik dan <i>charging station</i> serta menetapkan standar keamanan, operasional, dan lingkungan yang harus dipatuhi.	2026-2031
Implementasi gagasan	Tahap ini akan merancang, membangun, dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga pasang surut dan gelombang laut di titik-titik strategis perairan Asia Tenggara dan memastikan infrastruktur dapat mendukung kebutuhan <i>electric ship charging station</i> .	2031-2036
Uji coba operasional dan sosialisasi serta pelibatan masyarakat	Uji coba operasional kapal listrik dan <i>charging station</i> dilakukan untuk menyempurnakan sistem. Kampanye sosialisasi kepada masyarakat dilakukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat penggunaan kapal listrik dan <i>charging station</i> terhadap lingkungan.	2036-2038
Monitoring, Evaluasi, dan Penyesuaian	Monitoring berkala dilakukan terhadap kinerja sistem kapal listrik, <i>charging station</i> , dan pembangkit listrik energi terbarukan yang digunakan. Kebijakan dan teknologi disesuaikan dengan perkembangan terkini. Jika ditemukan kekurangan, pihak terkait dapat mengkaji ulang penerapan sistem dan mencari solusi untuk meningkatkan efisiensi secara progresif.	2038-kontinu
Capaian <i>Net Zero Emission</i> 2050	Terwujudnya <i>net zero emission</i> yang memiliki tingkat emisi karbon yang sangat rendah dan peralihan menggunakan sumber energi terbarukan.	2050

BAB 3 KESIMPULAN

3.1 Gagasan yang Diajukan

Peningkatan drastis emisi karbon memicu perubahan iklim global terutama di Asia Tenggara dalam sektor transportasi maritim yang muncul sebagai kontributor tingginya emisi karbon. Tingkat emisi karbon yang tinggi menjadi ancaman serius bagi lingkungan. Dengan meningkatnya emisi karbon diperlukan upaya serius untuk mengatasi tantangan ini.

Dampak lingkungan dari sektor transportasi maritim memerlukan upaya untuk mengurangi peningkatan emisi karbon dan ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil di sektor maritim, tim penulis mengusulkan sistem kapal bertenaga listrik dengan pengadaan *electric ship charging station* di sepanjang jalur perairan Asia Tenggara dengan memanfaatkan energi pasang surut dan gelombang laut untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meminimalkan emisi karbon di sektor maritim untuk mencapai *net zero emission 2050* dan mendukung gerakan global dalam mewujudkan SGD poin 7, 9, 13, dan 17.

Gagasan ini bukan hanya tentang transformasi teknologi, tetapi juga menjadikan Asia Tenggara sebagai pelopor dan penggerak sektor maritim berkontribusi dalam transisi energi terbarukan di seluruh dunia. Dengan fokus pada energi bersih, keberlanjutan, dan pencapaian *net zero emission 2050*, ide ini mewakili langkah inovatif dalam mendukung lingkungan dan menghadapi tantangan perubahan iklim global.

3.2 Teknik Implementasi

Gagasan pembangunan *electric ship charging station* diawali dengan tahap perencanaan, perancangan, dan studi kelayakan. Dalam skala yang lebih besar, langkah-langkah ini melibatkan kolaborasi dari berbagai pihak yang terlibat dalam pengimplementasian ide tersebut. Gagasan ini disampaikan kepada pihak-pihak terkait dengan peran krusial akan dipegang oleh ASEAN sebagai pelaksana dan regulator penerapan *electric ship charging station* pada kapal bertenaga listrik di perairan Asia Tenggara. Selain itu, pemerintah setiap negeri akan bertanggung jawab untuk merumuskan, memerinci, dan mensosialisasikan regulasi yang mendukung pengimplementasian teknologi ini secara bertahap kepada berbagai pihak terlibat lainnya. Ketika gagasan telah siap untuk diimplementasikan, langkah pertama yang diambil oleh pemerintah adalah memulai pembangunan infrastruktur yang mendukung pengadaan *electric ship charging station* pada kapal bertenaga listrik. Proses pembangunan mencakup pendirian stasiun pengisian, instalasi perangkat pendukung, dan pengaturan kebutuhan teknis lainnya. Pemerintah juga akan mengawasi dan memastikan bahwa sistem berjalan dengan efisien serta memenuhi standar keamanan dan regulasi yang telah ditetapkan. Monitoring secara berkala akan dilakukan untuk memastikan kinerja optimal dan memastikan bahwa teknologi ini berkontribusi efektif dalam mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan emisi karbon di sektor maritim. Evaluasi berkelanjutan menjadi hal penting, di mana pemerintah akan meninjau dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial dari

implementasi *electric ship charging station* pada kapal bertenaga listrik. Perbaikan dan penyesuaian akan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi untuk meningkatkan efektivitas dan kesuksesan keseluruhan dari gagasan ini.

Perkiraan waktu implementasi penuh dari awal hingga capaian *net zero emission* pada tahun 2050 adalah sekitar 20-25 tahun, dengan proyek-proyek besar seringkali memakan waktu lebih lama. Perkiraan umum yang dilakukan dapat berubah tergantung pada dinamika proyek yang sebenarnya. Seiring dengan perkembangan teknologi, dukungan pemerintah, dan perubahan kebijakan, proyek ini mungkin dapat dipercepat atau mengalami penundaan. Selain itu, proyek ini juga dapat memberikan dampak positif terhadap iklim global, menekan angka emisi karbon, dan mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil di sektor maritim.

3.3 Prediksi Dampak Gagasan

Prediksi hasil implementasi gagasan futuristik ini akan membawa dampak positif bagi masyarakat dan bangsa secara keseluruhan. Pengadaan *electric ship charging station* ini diharapkan dapat mendorong sektor maritim bertransformasi dari kapal bahan bakar fosil beralih menjadi kapal bertenaga listrik. Prediksi pencapaian dari implementasi gagasan ini menunjukkan beberapa dampak sistemik yang berpotensi untuk direalisasikan. Dampak sistemik pertama yang berpotensi direalisasikan adalah pada aspek lingkungan, di mana manfaatnya dapat direalisasikan dengan mengurangi pemanasan global dan memperlambat perubahan iklim. Kedua, aspek kesehatan akan meningkat melalui peningkatan kualitas udara. Ketiga, dari sisi ekonomi, pasar yang lebih luas untuk teknologi dan produk ramah lingkungan dapat mendorong inovasi dan pertumbuhan industri yang berkelanjutan. Hasilnya, lingkungan yang sehat dan rendah polutan dapat terwujud, dan *net zero emission* 2050 dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrane, S., Ampah, J.D., Yusuf, A.A., Jinjuan, Z., Yang, P., Chen, J.L., Mao, G., 2024. Role of negative emission technologies in South Africa's pathway to net zero emissions by 2050. *Energy Sustain. Dev.* 79, 101401. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101401>
- Baruch-Mordo, S., Kiesecker, J., Kennedy, C.M., Oakleaf, J.R., Opperman, J.J., 2019. Corrigendum: From Paris to practice: sustainable implementation of renewable energy goals (Environ. Res. Lett. 14 024013). *Environ. Res. Lett.* 14, 109501. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab39ae>
- Cepowski, T., Drozd, A., 2023. Measurement-based relationships between container ship operating parameters and fuel consumption. *Appl. Energy* 347, 121315. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121315>
- DeFries, R.S., Houghton, R.A., Hansen, M.C., Field, C.B., Skole, D., Townshend, J., 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 99, 14256–14261. <https://doi.org/10.1073/pnas.182560099>

- Fattah, M.A., Morshed, S.R., Kafy, A. Al, 2022. Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. *Transp. Eng.* 9, 100122. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2022.100122>
- Gao, D., Jiang, H., Shi, W., Wang, T., Wang, Y., 2022. Adaptive equivalent consumption minimization strategy for hybrid electric ship. *Energy Sci. Eng.* 10, 840–852. <https://doi.org/10.1002/ese3.1060>
- Gao, J., Lan, H., Zhang, X., Iu, H.H.C., Hong, Y.Y., Yin, H., 2024. A coordinated generation and voyage planning optimization scheme for all-electric ships under emission policy. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.* 156. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109698>
- Ha, S., Jeong, B., Jang, H., Park, C., Ku, B., 2023. A framework for determining the life cycle GHG emissions of fossil marine fuels in countries reliant on imported energy through maritime transportation: A case study of South Korea. *Sci. Total Environ.* 897. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165366>
- Handayani, K., Anugrah, P., Goembira, F., Overland, I., Suryadi, B., Swandaru, A., 2022. Moving beyond the NDCs: ASEAN pathways to a net-zero emissions power sector in 2050. *Appl. Energy* 311, 118580. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118580>
- Jelic-mrcelic, G., Sliskovic, M., Belamaric, G., 2021. The shipping and marine environment. *Holist. Approach to Environ.* 236–244.
- Kroner, C., Warnecke, H., Büker, O., Stolt, K., Wennergren, P., Hagemann, G., Werner, M., 2022. Metrology for reliable fuel consumption measurements. 19th *Int. Flow Meas. Conf.* 2022, FLOMEKO 2022 226. <https://doi.org/10.21014/tc9-2022.012>
- Lu, B., Ming, X., Lu, H., Chen, D., Duan, H., 2023. Challenges of decarbonizing global maritime container shipping toward net-zero emissions. *npj Ocean Sustain.* 2, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00018-6>
- Mutarraf, M.U., Guan, Y., Xu, L., Su, C.L., Vasquez, J.C., Guerrero, J.M., 2022. Electric cars, ships, and their charging infrastructure – A comprehensive review. *Sustain. Energy Technol. Assessments* 52. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102177>
- Mutarraf, M.U., Terriche, Y., Niazi, K.A.K., Vasquez, J.C., Guerrero, J.M., 2018. Energy storage systems for shipboard microgrids—A review, *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en11123492>
- Nazir, C.P., 2021. Offshore Electric Ship Charging Station: a Techno-Economic Analysis. *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.* 6. <https://doi.org/10.12962/j25481479.v6i4.10763>
- Nepal, P., Prestemon, J.P., Joyce, L.A., Skog, K.E., 2022. Global forest products markets and forest sector carbon impacts of projected sea level rise. *Glob. Environ. Chang.* 77. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102611>

- Oloruntobi, O., Chuah, L.F., Mokhtar, K., Gohari, A., Rady, A., Abo-Eleneen, R.E., Akhtar, M.S., Mubashir, M., 2024. Decarbonising ASEAN coastal shipping: Addressing climate change and coastal ecosystem issues through sustainable carbon neutrality strategies. *Environ. Res.* 240. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117353>
- Qian, B., 2021. Analysis of Southeast Asian Shipping Network Based on Complex Network 7, 360–372. <https://doi.org/10.6919/ICJE.202103>
- Quirapas, M.A.J.R., Lin, H., Abundo, M.L.S., Brahim, S., Santos, D., 2015. Ocean renewable energy in Southeast Asia: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 41, 799–817. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.016>
- Quirapas, M.A.J.R., Taeihagh, A., 2021. Ocean renewable energy development in Southeast Asia: Opportunities, risks and unintended consequences. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 137. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110403>
- Rahman, A., Farrok, O., Haque, M.M., 2022. Environmental impact of renewable energy source based electrical power plants: Solar, wind, hydroelectric, biomass, geothermal, tidal, ocean, and osmotic. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 161. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112279>
- Rahman, N.S.F.A., Saharuddin, A.H., Rasdi, R., 2014. Effect of the Northern Sea Route Opening to the Shipping Activities at Malacca Straits. *UMK Procedia* 1, 85–98.
- Sasaki, N., Myint, Y.Y., Abe, I., Venkatappa, M., 2021. Predicting carbon emissions, emissions reductions, and carbon removal due to deforestation and plantation forests in Southeast Asia. *J. Clean. Prod.* 312. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127728>
- Urban, F., Nurdawati, A., Harahap, F., 2024. Sector coupling for decarbonization and sustainable energy transitions in maritime shipping in Sweden. *Energy Res. Soc. Sci.* 107, 103366. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103366>
- Wang, Z., Dong, B., Wang, Y., Li, M., Liu, H., Han, F., 2024. Analysis and evaluation of fuel cell technologies for sustainable ship power: Energy efficiency and environmental impact. *Energy Convers. Manag.* X 21, 100482. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2023.100482>
- Wimbadi, R.W., Djalante, R., 2020. From decarbonization to low carbon development and transition: A systematic literature review of the conceptualization of moving toward net-zero carbon dioxide emission (1995–2019). *J. Clean. Prod.* 256, 120307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120307>
- Yap, W.Y., Hsieh, C.H., Lee, P.T.W., 2023. Shipping connectivity data analytics: Implications for maritime policy. *Transp. Policy* 132, 112–127. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.12.018>
- Zhang, Y., Sun, L., Fan, T., Ma, F., Xiong, Y., 2023. Speed and energy optimization method for the inland all-electric ship in battery-swapping mode. *Ocean Eng.* 284, 115234. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115234>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota, serta Dosen Pendamping

Lampiran 1.1 Biodata Ketua

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Aina Malyona
2	Jenis Kelamin	Laki-laki / Perempuan
3	Program Studi	Teknik Elektro
4	NIM	2110952048
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Muara Bungo, 18 Juli 2003
6	Alamat E-mail	ainamalyonaaa@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	085769658744

B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Laboratorium Sistem Tenaga dan Distribusi Elektrik UNAND	Asisten Magang	2023-Sekarang
3	Neo Telemetry	Anggota UI/UX Design	2022-sekarang

C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Finalis PKM-PI pendanaan 2023	Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi	2023
2	Finalis Nasional Gemastik XV Divisi Desain Pengalaman Pengguna	Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi	2022
3	Juara 3 LKTIN UNIMED 2023 Kategori Ekonomi Kreatif	Universitas Negeri Medan	2023

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-GFT.

Padang, 11 Februari 2024

Ketua Tim,



(Aina Malyona)

Lampiran 1.2 Biodata Anggota

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Novia Cahaya Putri
2	Jenis Kelamin	Laki-laki / Perempuan
3	Program Studi	Teknik Elektro
4	NIM	2110951015
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Kurai Taji, 22 November 2002
6	Alamat E-mail	noviacahayaputri2211@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081275739251

B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Laboratorium Konversi Energi Elektrik	Asisten Magang	2023- sekarang
2	MPM KM UNAND	Anggota Infokom (Informasi dan Komunikasi)	2022-2023
3	Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro FT UNAND	Anggota Litbang (Penelitian dan Pengembangan)	2022- sekarang

C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Finalis National Creative Essay Competition pada Kegiatan AGAT 2023	Fakultas Teknik Universitas Andalas	2023

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-GFT.

Padang, 11 Februari 2024

Anggota Tim,



(Novia Cahaya Putri)

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dimas Wisnu Mahendra
2	Jenis Kelamin	Laki-laki / Perempuan
3	Program Studi	Teknik Elektro
4	NIM	2110951035
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 2 Agustus 2003
6	Alamat E-mail	wishnumahendra99@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	082279795685

B. Kegiatan Kemahasiswaan Yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Laboratorium Dasar Teknik Elektro	Asisten	2023 - Sekarang, Universitas Andalas
2	Training Andalasian Karakter	Peserta	2021, Universitas Andalas
3	Latihan Kepemimpinan Dasar Mahasiswa Tingkat Dasar (LKMMTD)	Peserta	2021. Universitas Andalas

C. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-GFT.

Padang, 11 Februari 2024
Anggota Tim,



(Dimas Wisnu Mahendra)

Lampiran 1.3 Biodata Dosen Pendamping

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T.
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Program Studi	Teknik Elektro
4	NIP/NIDN	198205222005011 002/0022058201
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Padang, 22 Mei 1982
6	Alamat E-mail	rusydi@eng.unand.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081261566525

B. Riwayat Pendidikan

No	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Lulus
1	Sarjana (S1)	Teknik Elektro	Institut Teknologi Bandung	2004
2	Magister (S2)	Teknik Elektro	Institut Teknologi Bandung	2008
3	Doktor (S3)	<i>Civil and Mechanical</i>	Universitas Gifu	2014

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

No	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	Sistem Kendali 1	Wajib	3
2	Metodologi Penelitian	Wajib	2
3	Sistem Rekayasa	Wajib	3
4	Sistem Kendali 2	Pilihan	3
5	Robotika	Pilihan	3
6	Biosignal	Pilihan	3
7	Sistem Kendali Linear	Pilihan	2
8	Sistem Kendali Diskrit	Pilihan	2

Penelitian

No	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	S-Em-S: Smart Energy Monitoring System – Rancangan Sistem Pintar Monitoring Energi Dalam Mendorong Prilaku Konsumen Hemat Energi Untuk Mendukung Program Konservasi Energi Nasional	Ristekdikti	2018

2	Desain dan Implementasi <i>Small Scale Plant Factory</i>	Ristekdikti	2018
3	Penerapan Teknologi Biosignal dalam Mengendalikan Peralatan Bantu Komunikasi dan Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas	Ristekdikti	2018
4	Penerapan Teknologi Biosignal dalam Mengendalikan Peralatan Bantu Komunikasi dan Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas	Ristekdikti	2019
5	S-Em-S: <i>Smart Energy Monitoring Systems</i> – Rancangan Sistem Pintar Monitoring Energi dalam Mendorong Perilaku Konsumen Hemat Energi Untuk Mendukung Program Konservasi Energi Nasional	Ristekdikti	2019
6	<i>Developing and Implementing Solar Cell Energy on Rooftop Connected to Smart Grid for Building in Andalas University</i>	Ristekdikti	2019
7	Penerapan Teknologi Biosignal dalam Mengendalikan Peralatan Bantu Komunikasi dan Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas	Ristekdikti	2020
8	Perancangan Ventilator Mekanik Dengan Kendali Suhu dan Tekanan	Universitas Andalas	2020
9	Penerapan Kombinasi Biosignal Menggunakan <i>Machine Learning</i> dalam Pengendalian Kursi Roda Cerdas Multifungsi sebagai Teknologi Bantu Penyandang Disabilitas	Ristekdikti	2021
10	Penerapan Kombinasi Biosignal Menggunakan <i>Machine Learning</i> dalam Pengendalian Kursi Roda Cerdas Multifungsi sebagai Teknologi Bantu Penyandang Disabilitas	Ristekdikti	2022
11	Perancangan Pengendalian Kursi Roda berdasarkan pergerakan kepala menggunakan sensor FLEX dengan metode K-Means	Ristekdikti	2022
12	Perancangan Kursi Roda dengan Sistem Brain Computer Interface Berbasis Electroencephalography Menggunakan Metode Support Vector Machine	Ristekdikti	2022
13	<i>Threshold-Based Electroencephalography Brain-Computer Interface for Robot Arm</i>	Ristekdikti	2023

	<i>Control</i>		
14	<i>Hand Gesture Wheelchair Control Based on the Wrist Rotation with Agglomerative Hierarchical Clustering Method</i>	Ristekdikti	2023
15	<i>Feasibility of AR-VR use in autonomous cars for user engagements and its effects on posture and vigilance during transit</i>	Ristekdikti	2023
16	<i>Identification of Coffee Types Using an Electronic Nose with the Backpropagation Artificial Neural Network</i>	Ristekdikti	2023
17	<i>Smart energy harvesting using portable pelton turbine with IoT data feedback for rural area application</i>	Ristekdikti	2023

Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	Perancangan Alat Pengering Kulit Kayu Manis Otomatis bagi Petani di Daerah Limau Manis	UNAND	2018
2	Pengenalan Dunia Robotika di SMA 9 Padang	UNAND	2018
3	Sosialisasi Teknik dan Teknologi Penghematan Energi Listrik Lokasi Desa Cubadak Air, Pariaman	UNAND	2018
4	Sosialisasi Teknik Perlindungan Bahaya Tegangan Lebih Akibat Petir Lokasi Desa Cubadak Air, Pariaman	UNAND	2018
5	Sosialisasi Jurusan Teknik Elektro dan Kerjasama dengan UP2B PT. PLN Lubuk Alung	UNAND	2018
6	Sosialisasi Jurusan Teknik Elektro dan Kerjasama dengan UP2B PT. PLN Lubuk Alung	UNAND	2019
7	Pendidikan Teknologi Robot Sejak Dini di SDIT Adzkia 2 Padang	UNAND	2019
8	Pengenalan Teknologi Robotika di SDIT Adzkia 2 Padang	UNAND	2020
9	Perancangan Alat Pengering Kulit Kayu Manis Otomatis bagi Petani di Daerah Limau Manis	UNAND	2020
10	Tim Pencegahan Penyebaran Covid-19 dengan melakukan Pembagian Bahan Pembersih Tangan (<i>Hand Sanitizer</i>) dan Masker pada	UNAND	2020

	Jamaah Mesjid At- Taqwa		
11	Tim Pencegahan Penyebaran Covid-19 dengan melakukan Pembagian Bahan Pembersih Tangan (Hand Sanitizer) dan Masker pada Jamaah Surau Ikhlas	UNAND	2020
12	Tim Pencegahan Penyebaran Covid-19 dengan melakukan Pembagian Bahan Pembersih Tangan (Hand Sanitizer) dan Masker pada Jamaah Mushalla Al Faizin	UNAND	2020
13	Sistem Informasi Kebutuhan Alat Pelindung Diri Fasilitas Kesehatan Di Sumatera Barat	UNAND	2020
14	Pengabdian Kepada Masyarakat Membantu Nagari Membangun Di Nagari Koto Kaciak Kecamatan Bonjol Kabupaten Pasaman	UNAND	2022

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan **PKM-GFT**.

Padang, 29 Febuari 2024
Dosen Pendamping,



(Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T.,M.T).

Lampiran 2. Susunan Tim Pengusul dan Pembagian Tugas

No	Nama	Posisi Penulis	Bidang Ilmu	Kontribusi
1	Aina Malyona	Penulis pertama	Elektrikal dan teknis	Mengkoordinasikan tim, mematangkan gagasan bersama tim, membuat gambaran langkah-langkah strategis dalam implementasi, menganalisis karakteristik pembangkit listrik yang digunakan
2	Novia Cahaya Putri	Penulis kedua	Elektrikal dan instrumentasi	Mengkaji sistem elektrikal pada pembangkit listrik, menganalisis instrumentasi yang sesuai dengan sistem yang dirancang, dan mengintegrasikan sistem pembangkit energi terbarukan tersebut sesuai dengan sistem yang dirancang
3	Dimas Wisnu Mahendra	Penulis ketiga	Elektrikal dan sistem	Menganalisis teknologi pembangkit energi terbarukan yang relevan dengan karakteristik perairan di Asia Tenggara, berkoordinasi dengan anggota tim lain yang terlibat dalam desain sistem untuk memastikan

				pemilihan pembangkit sudah sejalan dengan parameter
4	Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T.	Dosen Pendamping	Teknik Elektro	Pembimbing dan pengarah gagasan yang diajukan serta penyelarasan akhir pada manuskrip

Lampiran 3. Surat Pernyataan Ketua Tim Pengusul

SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PENGUSUL

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua Tim	:	Aina Malyona
Nomor Induk Mahasiswa	:	2110952048
Program Studi	:	Teknik Elektro
Nama Dosen Pendamping	:	Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Ilhamdi Rusydi, S.T., M.T.
Perguruan Tinggi	:	Universitas Andalas

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-GFT saya dengan judul **“Fusi Pembangkit Energi Pasang Surut dan Gelombang Laut untuk *Electric Ship Charging Station* sebagai Transformasi Mencapai *Net Zero Emission 2050*”** yang diusulkan untuk tahun anggaran 2024 adalah:

1. Asli karya kami, belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain; dan
2. Tidak dibuat dengan menggunakan kecerdasan buatan/artificial intelligence (AI).

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Padang, 11 Februari 2024

Yang menandatangani



(Aina Malyona)

NIM. 2110952048