

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim, karena sebagian besar wilayahnya adalah perairan. Wilayah Indonesia terdiri dari 17.508 , memiliki luas daratan 1,9 juta km² dan garis pantai 80,791 km, serta wilayah cakupan laut mencapai 3,1 juta km² [1]. Setiap tahun Indonesia memiliki kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat seiring dengan penambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Dari data Perusahaan Listrik Negara (PLN) dari tahun 2003 s.d. 2020 berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan listrik terlihat bahwa selama kurun waktu tersebut rerata kebutuhan listrik di Indonesia tumbuh sebesar 6,5% per tahun [2].

Saat ini, sumber energi utama di Indonesia masih mengandalkan sumber energi tidak terbarukan yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, serta batubara. Sumber energi yang berasal dari fosil menjadi suatu permasalahan yang penting karena bahan bakar fosil tidak dapat diperbaharui kembali serta setiap tahun cadangannya semakin menipis hal ini menyebabkan secara tidak langsung akan mengancam ketersediaan energi listrik terutama pada sistem kelistrikan *isolated* di daerah terisolasi yang menggunakan PLTD sebagai pembangkit utama [3] [4].

Untuk meningkatkan target pencapaian Energi Baru Terbarukan (EBT) pada tahun 2025 menjadi 23%, maka perlu upaya untuk melakukan diversifikasi energi pada pembangkit tenaga listrik yang memprioritaskan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) secara optimal. Dengan melihat kondisi geografis Indonesia yang berupa negara kean di sepanjang garis khatulistiwa, tentunya sangat sulit untuk menjangkau seluruh beban di daerah-daerah terisolasi yang jauh dari sistem kelistrikan di besar [5]. Untuk distribusi listrik ke yang terisolasi cukup sulit dalam pendistribusianya, karena menarik kabel listrik untuk penyaluran sistem kelistrikan dari jaringan utama ke pulau yang terisolasi dianggap mahal dan tidak efisien secara ekonomi [6].

Indonesia memiliki energi laut yang potensial karena mengingat Indonesia memiliki garis pantai yang panjang dan wilayah maritim yang luas, sumber daya energi laut memiliki potensi yang sangat besar untuk dieksploitasi sebagai solusi

energi baru terbarukan yang ramah lingkungan dimasa depan untuk menyelesaikan masalah krisis energi, terutama untuk pulau-pulau terisolasi yang belum terkoneksi jaringan listrik PLN [7]. Namun pemanfaatan energi laut untuk menghasilkan listrik masih belum optimal untuk dikembangkan dan perlu dikaji lebih mendalam sebagai sumber pembangkit energi terbarukan yang potensial [1].

Potensi energi laut untuk menghasilkan listrik sendiri dibagi kedalam 3 jenis potensi yaitu energi energi gelombang laut (*wave energy*), pasang surut (*tidal power*), dan energi panas laut (*ocean thermal energy conversion*). Tinggi gelombang yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik sendiri adalah gelombang yang selalu terbentuk sepanjang tahun dengan tinggi minimal satu sampai dua meter. Untuk pasang surut dibutuhkan gelombang pasang yang besar dengan perbedaan kira- kira 8 meter antara gelombang pasang dan gelombang surut [8]. Sedangkan *ocean thermal energy conversion* dibutuhkan perbedaan temperatur 20°C atau lebih yaitu antara permukaan air laut hingga kedalaman 50 m dan air pada kedalaman 800 hingga 1.000 m [9].

Kemudian untuk memanfaatkan energi laut sebagai pembangkit listrik energi baru terbarukan dibutuhkan teknologi konversi untuk mengubah dari energi laut menjadi energi listrik. Adapun teknologi yang sudah dikembangkan dan sudah diterapkan pada penelitian sebelumnya antara lain pada teknologi pemanfaatan energi gelombang laut sendiri diantaranya *Oscillating Water Column (OWC)*, *Salterduck*, *PowerBuoy*, dan *Tapered Channel* [10]. Untuk pasang surut teknologi yang sudah dikembangkan antara lain Dam Pasang Surut (*Barrage Tidal System*) dan Turbin Lepas Pantai (*offshore Turbines*) [4]. Sedangkan untuk *ocean thermal energy* yaitu ada *Closed-cycle*, *Open-cycle*, dan *Hybrid cycle* [11].

Setelah melihat pemaparan di atas dengan kondisi permasalahan pada kelistrikan di daerah terisolasi Indonesia, perlu adanya sumber energi alternatif untuk pembangkit listrik energi baru terbarukan. Untuk itu dalam penelitian ini akan mengidentifikasi seberapa besar potensi energi laut dan menentukan prioritas teknologi pembangkit energi laut dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* sebagai sumber energi baru terbarukan dengan memetakan lokasi yang terdapat potensi energi laut untuk mendapatkan seberapa besar potensi

energi listrik yang ada di lokasi pulau terisolasi tersebut serta mendapatkan prioritas teknologi pembangkit untuk diterapkan di pulau terisolasi Indonesia sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan oleh para *expert*.

1.2 State of The Art

Untuk menunjukkan bahwa penelitian ini tidak ada unsur plagiat terhadap penelitian peneliti lain, dalam Tabel 1.1 akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya tentang pemanfaatan energi laut sebagai pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT). Adapun *State of The Art* penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut yang ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 *State of The Art*

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
<i>Feasibility Study of Ocean Wave Energy For Wave Power Plant at Sibolga-Tapanuli Tengah</i>	Riswan Dinzi, Hendrik Hutagalung, dan Fahmi Fahmi	2017	Penelitian ini menganalisis kelayakan pembangkit listrik gelombang laut di daerah Sibolga Tapanuli Tengah dengan dua metode untuk mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik, yaitu metode <i>colum oscillating system</i> (OWC) dan <i>Ocean Surface Wave</i> (OSW).
<i>Identifikasi Potensi Ocean Thermal Energy Conversion (Otec) di Selat Makassar Utara</i>	Fadhil Karunia Hammad, Baskoro Rochaddi, Purwanto dan Harjo Susmoro	2020	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi energi OTEC, titik potensial instalasi pembangkit OTEC, dan daya yang dihasilkan di perairan Selat Makassar Utara. Analisa. Analisa data menggunakan verifikasi metode Root Mean Square Error (RMSE) dan efisiensi OTEC dihitung melalui persamaan efisiensi carnot.
<i>Feasibility Study of Wave Energy Potential in Southern Coasts of Caspian Sea in Iran</i>	Mohsen Fadaee Nejad, Omid Shariati, dan Abdullah Asuhaimi	2013	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi gelombang di perbatasan Selatan Laut Kaspia di Iran. Dan memilih teknologi yang sesuai untuk diterapkan di wilayah tersebut tersebut. Teknologi <i>Wave Dragon</i> sendiri konverter yang sesuai untuk diterapkan pada studi kasus tersebut.

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
	Bin Mohd Zin		
<i>Studi Pemilihan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (Pltal) Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	Fivid Rivantoro, Irfan Syarif Arief	2015	Penelitian ini menganalisa untuk menentukan desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) dengan menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process). di wilayah perairan selat Nusa Penida, Bali. dengan membandingkan jenis-jenis turbin dan mooring dengan memperhitungkan faktor kecepatan arus laut, lokasi, energi yang dihasilkan, keandalan, dan lain-lain.
<i>Overview and Proposal for Development of Ocean Energy Test Sites in China</i>	Peng Yuan, Shujie Wang, Hongda Shi, Peifang Guo, dan Zhiqiang Dong	2012	Penelitian ini menganalisa untuk meninjau lokasi uji coba energi laut yang ada didunia untuk dibandingkan dengan mempertimbangkan sumber daya energi laut yang terdapat pada studi kasus tersebut. Skema untuk membangun lokasi uji coba energi gelombang dan pasang surut kemudian ditentukan.

Berdasarkan Tabel 1.1 akan dibahas posisi penelitian peneliti untuk mengetahui posisi penelitian dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini yang menjadi rujukan utama adalah penelitian dari Mohsen Fadaee Nejad dkk yang berjudul “*Feasibility Study of Wave Energy Potential in Southern Coasts of Caspian Sea in Iran Mohsen*”. Penelitian tersebut berfokus meneliti untuk mengetahui potensi kekuatan gelombang laut caspia di perbatasan selatan laut caspia iran sebagai solusi sumber energi terbarukan dan memilih teknologi yang sesuai untuk diterapkan didaerah tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun kisaran ketinggian gelombang dalam kondisi normal rendah, namun ada faktor iklim yang dapat meningkatkan daya gelombang hingga 18 kW/m atau lebih tinggi.

Babolsar juga diakui sebagai kota dengan potensi gelombang tertinggi dalam hal studi. Selanjutnya, dengan memperhatikan kedalaman air di wilayah pesisir di Mazandaran dan biaya produksi, *Wave Dragoon* dipilih sebagai konverter gelombang yang sesuai sebagai teknologi pembangkit energi gelombang laut [12].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan yaitu penelitian dari Riswan Dinzi dkk yang berjudul “*Feasibility Study of Ocean Wave Energy For Wave Power Plant at Sibolga-Tapanuli Tengah*”. Penelitian tersebut menganalisis kelayakan pembangkit listrik gelombang laut di daerah Sibolga Tapanuli Tengah dengan dua metode untuk mengubah energi gelombang laut menjadi energi listrik, yaitu metode *Colum Oscillating System (OWC)* dan *Ocean Surface Wave (OSW)*. Berdasarkan analisis, gelombang dengan ketinggian 0,1 hingga 0,75 meter dapat menghasilkan listrik dengan kerapatan minimum $P_{\text{Density}} = 11,26 \text{ Watt/m}^2$ dan kerapatan maksimum $P_{\text{Density}} = 213,18 \text{ Watt / m}^2$. Hasil ini menekankan bahwa kondisi fisik wilayah laut pesisir Sibolga sesuai untuk sistem Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan menerapkan sistem *Tapered Channel* untuk optimisasi [10].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan yaitu penelitian dari Lutfi Agung Mardiansyah dkk yang berjudul “*Studi Pemilihan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*”. Penelitian yang dilakukan berfokus pada penentuan desain Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut (PLTAL) dengan menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process) di wilayah perairan selat Nusa Penida, Bali. dengan membandingkan jenis-jenis turbin dan mooring dengan memperhitungkan faktor kecepatan arus laut, lokasi, energi yang dihasilkan, keandalan, dan lain- lain [13].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan adalah penelitian dari Fadhil Karunia Hammad dkk dengan judul “*Identifikasi Potensi Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) di Selat Makassar Utara*” Penelitian dilakukan untuk mengetahui potensi energi OTEC, titik potensial instalasi pembangkit OTEC, dan daya yang dihasilkan di perairan Selat Makassar Utara. Analisa data menggunakan verifikasi metode *Root Mean Square Error (RMSE)* dan efisiensi OTEC dihitung melalui persamaan efisiensi carnot. Hasil penelitian menunjukkan Selat Makassar

memiliki potensi energi OTEC terutama pada stasiun 2 hingga stasiun 17 dengan rata-rata selisih temperatur $23,57^{\circ}\text{C}$ serta efisiensi carnot rata-rata sebesar 7,7%. Menghasilkan rata-rata daya kotor sebesar 177,66 MW dan daya bersih sebesar 13,85 MW [14].

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan adalah penelitian dari Peng Yuan dkk dengan judul "*Overview and Proposal for Development of Ocean Energy Test Sites in China*". Penelitian ini menganalisa untuk meninjau lokasi uji coba energi laut yang ada didunia untuk dibandingkan dengan mempertimbangkan sumber daya energi laut yang terdapat pada studi kasus tersebut. Skema untuk membangun lokasi uji coba energi gelombang dan pasang surut kemudian ditentukan.

Dengan demikian, penelitian yang dilakukan sekarang memiliki kesamaan dengan penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan dengan penelitian dari Mohsen Fadaee Nejad dkk yang berjudul "*Feasibility Study of Wave Energy Potential in Southern Coasts of Caspian Sea in Iran*" dan penelitian dari Riswan dkk yang berjudul "*Feasibility Study of Ocean Wave Energy For Wave Power Plant at Sibolga-Tapanuli Tengah*" yang sama-sama melakukan penelitian potensi gelombang laut sebagai pembangkit listrik energi terbarukan dan memilih teknologi yang sesuai untuk diterapkan di wilayah tersebut.

Letak perbedaan pada penelitian ini yaitu pada studi kasus dan metode yang digunakan dimana pada penelitian ini studi kasus dilakukan di perairan laut Indonesia khusus untuk pulau-pulau kecil terisolasi dan memetakan potensi energi laut yang tersebar di wilayah pulau terisolasi Indonesia untuk pembangkit listrik energi baru terbarukan dengan memanfaatkan tiga potensi yaitu energi gelombang laut, pasang, surut, dan *Ocean Thermal Energy Conversion*. Kemudian pada penelitian ini berfokus pada penentuan alternatif prioritas teknologi pembangkit untuk pulau-pulau kecil terisolasi yang belum terlayani listrik atau terlayani listrik dengan sistem kelistrikan off grid.

1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang sudah diuraikan maka rumusan masalah yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi sumber energi laut di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan untuk sumber energi listrik masa depan di daerah terisolasi di Indonesia ?
2. Teknologi pembangkit energi laut mana yang sesuai untuk diprioritaskan untuk pemanfaatan energi laut sebagai sumber energi terbarukan untuk diterapkan di daerah terisolasi Indonesia ?

1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi potensi sumber energi laut di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan untuk sumber energi listrik masa depan di daerah terisolasi di Indonesia
2. Menentukan prioritas teknologi yang sesuai untuk pemanfaatan energi laut sebagai sumber energi baru terbarukan untuk diterapkan di daerah terisolasi Indonesia.

1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang ingin di capai yaitu :

1.5.1 Manfaat Akademis

Sebagai sumber referensi sistem tenaga listrik dan masukan untuk penelitian energi baru terbarukan di bidang ocean energy yang saat ini masih minim penelitian yang mengkaji energi terbarukan dengan pemanfaat energi laut sebagai sumber energi baru terbarukan.

1.5.2 Manfaat Praktis

Sebagai bahan masukan untuk pemerintah untuk mempertimbangkan sumber energi baru terbarukan dengan pemanfaatan energi laut di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan selain energi terbarukan yang sudah ada dan diterapkan sebelumnya.

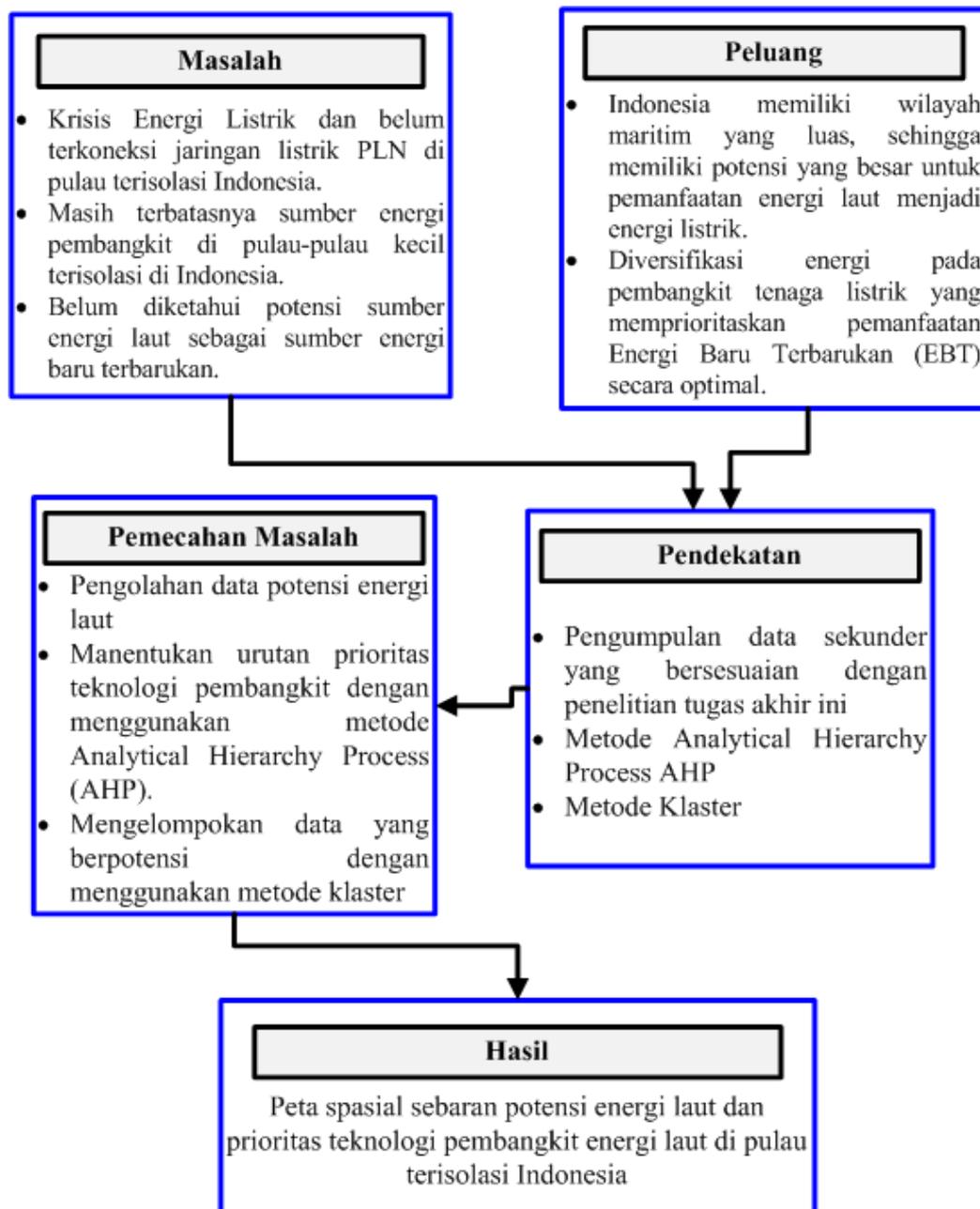
1.6 Batasan Masalah

Dalam Penelitian ini diharapkan mempunyai fokus penelitian yang jelas, Sehingga perlu adanya batasan masalah untuk menghindari meluasnya topik, batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan data sekunder berupa pulau kecil terisolasi berpenduduk yang belum terlayani listrik atau terlayani listrik dengan sistem kelistrikan off grid.
2. Menggunakan data sekunder berupa pulau terisolasi berpenduduk yang belum teraliri listrik dan dengan pembangkit dengan skala kecil.
3. Menggunakan data sekunder arus gelombang laut, pasang surut, dan temperatur suhu permukaan dan dalam laut.
4. Mengidentifikasi hanya diperairan pulau terisolasi di Indonesia dengan ketentuan yang belum terdapat aliran listrik dan hanya terdapat pembangkit skala kecil.
5. Menggunakan tiga pemanfaatan potensi energi laut, yaitu energi gelombang, pasang surut, dan *Ocean Thermal Energy*.
6. Pengolahan data menggunakan aplikasi *spreadsheet* dan SPSS.
7. Penentuan bobot kriteria teknologi pembangkit menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*.
8. Menggunakan *Software Expert Choice* untuk menghitung bobot skor kriteria
9. Menggunakan QGIS untuk memetakan wilayah yang berpotensi sebagai pembangkit energi laut didaerah terisolasi Indonesia.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk studi potensi sumber energi laut dan teknologi yang sesuai untuk diterapkan di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan. Untuk mengatasi masalah tersebut, Kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.1,



Gambar 1. 1 Karangka Berpikir

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya Proposal Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang, *State of The Art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, karangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. karena menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan untuk menunjang penelitian mengenai potensi energi laut dan teknologi yang sesuai untuk diterapkan didaerah terisolasi di Indonesia sebagai sumber energi baru terbarukan.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi diagram alur atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB IV ASUMSI, PENGOLAHAN DATA DAN SIMULASI

Bab ini berisi data, yang digunakan untuk menunjang penelitian seperti data kelistrikan di tersebut, kondisi arus gelombang laut, pasang surut, suhu air laut baik permukaan maupun dalam laut dan data hasil wawancara dari para expert.

BAB V HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi hasil dan analisa-analisa dari pengolahan data dan simulasi untuk mencari sebaran potensi energi laut yang ada di pulau terisolasi Indonesia dengan memanfaatkan tiga potensi yaitu potensi arus gelombang laut, pasang surut, dan *Ocean Thermal Energy Conversion* dan penentuan prioritas teknologi pembangkit di daerah terisolasi Indonesia dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian dan saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.