

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik menjadi kebutuhan manusia yang semakin hari semakin besar di zaman modern ini, baik manusia di pulau besar maupun di pulau-pulau kecil. Sumber energi primer untuk energi listrik yang didapatkan saat ini khususnya di Indonesia berasal dari energi fosil (tidak terbarukan) baik minyak bumi, atau batu bara yang lama kelamaan akan habis. Indonesia juga sudah mulai menggunakan sumber energi baru terbarukan (EBT) seperti surya, tenaga angin, arus air, proses biologi, dan panas bumi, tetapi dalam pemanfaatannya belum dimanfaatkan secara optimal [1].

Indonesia telah diakui sebagai negara kepulauan secara internasional oleh Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Hukum Laut (*United Nations Convention on the Law of the Sea* disingkat UNCLOS) pada tahun 1982 yang diratifikasi oleh Indonesia dengan Undang-Undang No. 17 Tahun 1985. Berdasarkan UNCLOS 1982, total luas wilayah laut Indonesia seluas 5,9 juta km², terdiri atas 3,2 juta km² perairan territorial, dan 2,7 km² perairan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), luas tersebut belum termasuk landas kontinen. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia [2].

Berdasarkan hasil kajian citra satelit Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada tahun 2002 menyatakan bahwa jumlah pulau di Indonesia adalah sebanyak 18.306 buah dan hanya 6.000 pulau yang dihuni. Sistem kelistrikan pulau besar umumnya sudah interkoneksi dengan jaringan PLN mulai dari pembangkit, sistem transmisi hingga sistem distribusi dimana sistem kelistrikan ini sudah sangat *established* (stabil), menggunakan saluran transmisi tegangan tinggi, dan ekstra tinggi. Berbeda dengan sistem kelistrikan di pulau-pulau kecil yang relatif belum berkembang, sistem masih terdiri dari sub-sistem, dan sub-sistem kecil yang menggunakan jaringan distribusi tegangan menengah, atau hanya terhubung dengan sistem 20 kV PLN [3].

Pulau-pulau kecil di Indonesia umumnya mendapatkan energi listrik dari pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) sebagai bahan bakarnya [3]. Tetapi penggunaan BBM ini menimbulkan berbagai persoalan diantaranya harga BBM yang terus meningkat, pasokan pengiriman yang terhambat, dan emisi yang dihasilkan dari pembakaran cukup tinggi. Keseimbangan beban puncak di malam hari yang menjadikan masyarakat menggunakan genset sebagai sumber energi tambahan, dan menjadikan biaya yang dikeluarkan lebih besar serta energi ini merupakan sumber energi yang tidak terbarukan [1] [3].

Berdasarkan data Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral (ESDM) minyak bumi yang ada di Indonesia hanya tersisa untuk 12-15 tahun lagi. Adapula interkoneksi yang menggunakan kabel bawah laut untuk mengatasi sistem kelistrikan yang berada di pulau kecil tetapi hanya diterapkan di pulau yang dekat dengan pulau yang jaringan listriknya sudah *established* seperti Kepulauan Seribu, DKI Jakarta [3].

Sangat disayangkan dengan menjadi negara kepulauan terbesar ini, di wilayah pesisir, pulau-pulau kecil, dan lautan kepulauan Indonesia yang sangat berpotensi masih belum di manfaatkan dengan optimal [2]. Penelitian, dan Pengembangan *Research and Development* (R&D) energi alternatif khususnya dalam memanfaatkan energi laut yang telah dilakukan baiknya dapat segera di realisasikan untuk menggantikan pemanfaatan energi fosil [1][4].

Energi laut sendiri memiliki kelebihan dalam pemanfaatannya diantaranya energi dapat diperoleh secara gratis, tidak butuh bahan bakar, tidak menghasilkan limbah, serta dapat menghasilkan energi dalam jumlah yang memadai. Penelitian, dan pengembangannya mengalami kemacetan karena biaya yang tinggi dalam mewujudkannya, serta faktor laut yang berubah-ubah maka pemeliharannya akan sulit, dan mahal [3]. Tetapi faktor-faktor penghambat tersebut tentu dapat dipertimbangkan lagi jika nantinya hasil yang didapat dari sumber energi laut ini akan berguna bagi sumber energi yang dibutuhkan manusia dimasa mendatang. Pemanfaatan energi laut akan sangat berguna jika diterapkan di kepulauan

Indonesia yang pasti dekat dengan laut, dan letak geografisnya jauh dari pulau besar.

Energi laut dapat dibagi menjadi tiga sumber, yaitu:

1. Energi gelombang laut : Berasal dari energi kinetik angin yang menyebabkan terjadinya gelombang lautan.
2. Energi pasang surut : Berasal dari pasang surut air laut yang disebabkan oleh gaya gravitasi dari matahari dan bulan.
3. Konversi energi thermal lautan (*Ocean Thermal Energy Conversion* disingkat OTEC): Berasal dari perbedaan suhu antara permukaan lautan dan dalam lautan [4].

Penelitian ini akan mengidentifikasi potensi energi laut yang ada di wilayah kepulauan Indonesia yang letaknya jauh dari pulau besar. Penelitian ini juga akan menentukan teknologi pembangkit yang tepat untuk diterapkan di kepulauan Indonesia berdasarkan letak geografis dari pulau-pulau kecil yang telah terhubung dengan jaringan listrik tegangan menengah (20 kV) dari PLN sesuai kriteria energi baru terbarukan yaitu ketersediaan, keandalan, kualitas, ekonomi, lingkungan, lokasi, teknis operasi dan pemeliharaan serta pemanfaatan SDA. Penelitian ini akhirnya akan menghasilkan pemetaan EBT mengenai potensi energi laut yang ada di Indonesia.

1.2 *State of the Art*

State of the Art adalah pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan, merupakan masalah yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Pada tabel dibawah ini, akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang akan memberikan penjelasan, dan alasan sehingga akan memperkuat mengapa penelitian tugas akhir ini dilakukan. Adapun *State of the Art* penelitian-penelitian sebelumnya dipaparkan pada Tabel 1. 1.

Tabel 1. 1 Tabel referensi

No	Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi Penelitian
1	<i>Sustainable Deployment of Marine Current Energy in Indonesia</i>	Rohit Ramachandran, Ken Takagi	2015	Penelitian ini memberikan perhatian pada keberlanjutan pembangunan energi samudera di Indonesia. Serta mengeksplor lingkungan yang mungkin dibangun energi samudera melihat Indonesia menghadapi krisis energi listrik.
2	Variabilitas Angin dan Gelombang Laut Sebagai Energi Terbarukan di Pantai Selatan Jawa Barat	Noir Primadona Purba	2014	Penelitian ini melakukan kajian arus di pantai selatan Jawa Barat yang berhubungan langsung dengan samudera Hindia yang memiliki potensi pengembangan energi yang berasal dari angin dan gelombang laut.
3	Kajian Potensi Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan Sistem <i>Oscilating Water Column</i> (OWC) di Perairan Pantai Bengkulu	Lutfi Agung Mardiansyah, Aris Ismanto, Wahyu Budi Setyawan	2014	Penelitian ini melakukan kajian potensi gelombang laut di perairan pantai Bengkulu menggunakan sistem <i>Oscillating Water Column</i> (OWC) sebagai sumber energi alternatif.

No	Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi Penelitian
4	Potensi Panas Laut Sebagai Energi Baru Terbarukan di Perairan Papua Barat Dengan Metode <i>Ocean Thermal Energy Conversion</i> (OTEC)	Erlita Aprilia, Althaf Aini, Zia Ayu Frakusya, Agus Safril	2019	Penelitian ini menganalisa potensi panas laut sebagai potensi energi baru terbarukan di perairan Papua Barat menggunakan metode <i>Ocean Thermal Energy Conversion</i> (OTEC).

Berdasarkan Tabel 1. 1 akan dibahas posisi penelitian peneliti untuk mengetahui posisi penelitian, dan penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini yang menjadi rujukan yaitu penelitian pertama dengan judul *Sustainable Deployment of Marine Current Energy in Indonesia*. Penelitian tersebut memiliki kesamaan yang sesuai dengan kriteria penelitian ini yaitu penelitian dilakukan di Indonesia yang juga merupakan bagian dari negara berkembang, menghadapi permintaan energi listrik yang meningkat, menghadapi kebutuhan untuk mendiversifikasi kapasitas pembangkit listrik, dan cocok untuk *Marine Current Energy Generation* (MCEG). Penelitian ini tidak melupakan aspek-aspek seperti potensi dampak ekonomi, dan sosial. Serta memerhatikan pemangku kepentingan dan memahami keprihatinan mereka yang integral dengan kesuksesan penelitian ini [5].

Berdasarkan penelitian kedua dengan judul Variabilitas Angin dan Gelombang Laut Sebagai Energi Terbarukan di Pantai Selatan Jawa Barat dilakukan mengingat wilayah Jawa Barat berhubungan langsung dengan Samudera Hindia yang memiliki potensi pengembangan untuk energi laut yaitu energi angin dan energi gelombang laut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif energi yang saat ini berasal dari fosil. Dari penelitian ini didapat hasil kecepatan angin berkisar antara 5,305–12,604 m/s, ketinggian gelombang laut yang didapat pada bulan Maret yaitu antara 1,95 m sampai dengan 3,1 m dan yang terkecil didapatkan pada bulan Februari yaitu antara 0,54 m sampai dengan 1,04 m. Nilai ini merupakan nilai yang sudah dapat dimanfaatkan untuk skala kecil maupun

besar, tetapi adanya pola musim di Indonesia akan berdampak pada pemanfaatan potensi energi laut ini [6].

Penelitian ketiga melakukan penelitian mengenai Kajian Potensi Gelombang Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan Sistem *Oscillating Water Column* (OWC) di Perairan Pantai Bengkulu. Penelitian ini berfokus pada bagaimana mengubah energi gelombang laut sebagai sumber EBT menggunakan sistem OWC sebagai sumber energi pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL) di perairan Pantai Bengkulu. Data yang diukur merupakan data gelombang yang diukur menggunakan alat *wave recorder* (RBR), sedangkan data sekunder berupa data angin dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Bengkulu. Pengolahan data angin dengan menggunakan *software windrose*, peramalan gelombang dengan metode *Sverdrup Munk Bretschneider* (SMB), persamaan gelombang dengan *software grapher 10*, dan kerapatan energi gelombang dengan persamaan untuk prototipe yang sudah ada. Hasil pengukuran lapangan diperoleh tinggi, dan periode gelombang signifikan [7].

Sedangkan pada penelitian keempat dengan judul Potensi Panas Laut Sebagai Energi Baru Terbarukan di Perairan Papua Barat Dengan Metode *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC) melakukan penelitian di Papua Barat. Penelitian ini memanfaatkan panas laut yang ada di Papua Barat sebagai sumber energi dari laut. Papua Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan elektrifikasi yang masih rendah. Letak Indonesia yang berada di wilayah tropis dengan perbedaan suhu air laut yang tinggi memiliki potensi untuk memanfaatkan metode OTEC dalam menghasilkan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemanfaatan OTEC di perairan sekitar Papua Barat. Data yang digunakan adalah data suhu air laut yang diperoleh dari *World Ocean Atlas 2013* yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak olah data, dan *Ocean Data View* (ODV). Dari hasil olah data didapatkan nilai efisiensi terbesar yaitu 7,67% dan terkecil yaitu 7,21% [8].

Dengan demikian, pada penelitian tugas akhir ini yang berjudul “Identifikasi Potensi Energi Laut dan Teknologi yang Sesuai untuk Sistem 20 kV di Wilayah

Kepulauan Indonesia” memiliki kesamaan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Noir Primadona Purba serta Erlita Aprilia, Althaf Aini, Zia Ayu Frakusya, dan Agus Safril yaitu sama-sama memanfaatkan energi gelombang laut, dan panas laut sebagai sumber energi listrik yang baru yang lokasinya di daerah pantai dan laut.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lain terletak pada studi kasus yang dilakukan, yaitu dilakukan diseluruh wilayah kepulauan Indonesia. Penelitian ini berfokus pada identifikasi energi laut, dan metode yang sesuai untuk diterapkan di kepulauan yang telah terhubung dengan jaringan tegangan menengah 20 kV dari PLN.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi sumber EBT dengan memanfaatkan energi laut untuk mengatasi krisis energi listrik di wilayah kepulauan Indonesia?
2. Teknologi pembangkit energi laut manakah yang sesuai untuk diterapkan di wilayah kepulauan, dan terhubung dengan sistem 20 kV PLN di Indonesia sebagai salah satu pemanfaatan EBT?
3. Bagaimana pemetaan EBT pemanfaatan energi laut, dan teknologi yang sesuai di wilayah kepulauan di Indonesia sesuai dengan karakteristik masing-masing lautnya?

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi sumber energi laut sebagai sumber EBT untuk wilayah kepulauan di Indonesia.
2. Mengidentifikasi teknologi pembangkit listrik energi laut yang sesuai diterapkan di wilayah kepulauan Indonesia, dan terhubung dengan sistem 20 kV PLN sebagai salah satu pemanfaatan EBT.

3. Memetakan lokasi EBT pemanfaatan energi laut yang sesuai berdasarkan karakteristik masing-masing laut di wilayah kepulauan Indonesia untuk menentukan teknologi pembangkit yang tepat.

1.5 Manfaat

Dengan melakukan penelitian tugas akhir ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat dari sisi akademis, dan juga dari sisi praktis.

1.5.1 Manfaat Akademis

Berpartisipasi menambah penelitian di bidang energi baru terbarukan, khususnya penelitian bertema energi laut. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pustaka keilmuan sistem tenaga listrik pemanfaatan energi laut sebagai sumber energi baru terbarukan yang penelitiannya masih sedikit.

1.5.2 Manfaat Praktis

Memberikan sumbangan pemikiran untuk pemangku kepentingan mengenai sumber EBT pemanfaatan energi laut untuk diterapkan di wilayah kepulauan Indonesia yang sesuai kriteria energi baru terbarukan dimana pulau-pulau ini telah terhubung dengan sistem 20 kV dari PT. PLN (Persero).

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah:

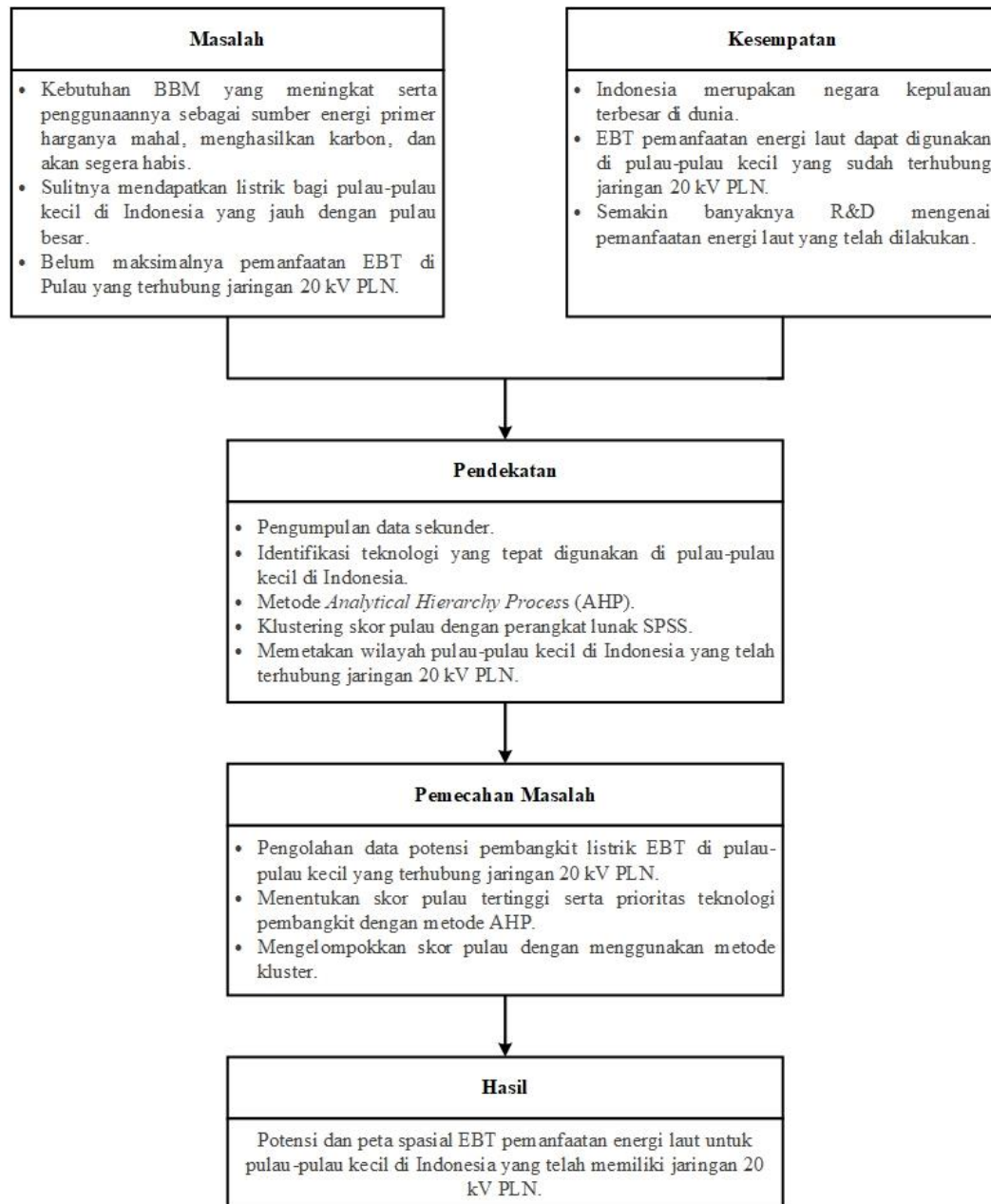
1. Menggunakan data sekunder berupa data pulau dengan jaringan 20 kV dari PT. PLN (Persero), kecepatan arus permukaan laut, tinggi pasang air laut, tinggi saat air laut surut, kecepatan arus pasang surut, tinggi maksimum gelombang laut, temperatur permukaan laut, dan temperatur dalam laut.
2. Perencanaan sistem kelistrikan hanya dibatasi pada perencanaan teknologi pembangkit.
3. Perencanaan teknologi pembangkit yang dilakukan dibatasi hanya pada sistem di wilayah kepulauan di Indonesia dengan studi kasus pulau-pulau kecil yang sudah ada jaringan PLN 20 kV.

4. Opsi pembangkit dibatasi hanya pembangkit EBT yang menggunakan pemanfaatan energi laut yaitu energi gelombang laut, energi pasang surut air laut, dan *Ocean Thermal Energy Conversion*.
5. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak *spreadsheet*, *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, dan *Expert Choice*.
6. Penentuan bobot kriteria teknologi pembangkit untuk pulau dengan jaringan 20 kV PLN menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.
7. Menggunakan perangkat lunak *Quantum Geographic Information System (QGIS)* untuk memetakan wilayah yang memiliki potensi energi laut.



1.7 Kerangka Pemikiran

Secara umum, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan dalam Gambar 1. 1:



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

1.8 Sistematika Penulisan

Metodologi penulisan Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, *State of the Art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang mendukung optimasi perencanaan pengembangan pembangkit EBT pemanfaatan energi laut, dan potensi yang ada di wilayah kepulauan Indonesia untuk menentukan teknologi yang sesuai untuk diterapkan di pulau yang telah terhubung dengan jaringan 20 kV PLN. Bab ini pun menjelaskan hal-hal pokok sebelum dilakukan penelitian, dikarenakan perlu adanya penguasaan materi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alur, atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Tahapan tersebut dilakukan untuk dapat mengidentifikasi teknologi EBT pembangkit listrik energi laut yang sesuai diterapkan di wilayah kepulauan Indonesia yang telah terhubung jaringan 20 kV PLN.

BAB IV ASUMSI DATA, PENGUMPULAN DATA, DAN SIMULASI DATA

Bab ini memaparkan asumsi yang digunakan yaitu pengasumsian data daftar pulau beserta kelistrikannya, tinggi pasang, dan surut air laut, arah arus gelombang laut, kecepatan arus gelombang laut serta suhu air laut pada bulan Juni tahun 2019, dan tinggi gelombang laut di pulau-pulau yang memiliki jaringan 20 kV PLN. Serta tahapan metode AHP yang dilakukan untuk mendapatkan skor dari masing-masing pulau.

BAB V HASIL SIMULASI DAN ANALISIS PRIORITAS TEKNOLOGI PEMBANGKIT ENERGI LAUT

Bab ini memaparkan analisa hasil perhitungan besar potensi energi laut, dan teknologi yang sesuai untuk pulau-pulau dengan jaringan 20 kV PLN dengan hasil akhir berupa peta sebaran potensi energi laut dengan perangkat lunak QGIS.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian tugas akhir ini dan saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

