

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem kelistrikan di pulau kecil berbeda dengan sistem kelistrikan di pulau besar, contohnya sistem kelistrikan di Pulau Sumba berbeda dengan sistem kelistrikan di Pulau Jawa. Sistem kelistrikan di Pulau Sumba adalah sistem terisolasi, berbeda dengan Kepulauan Seribu di Provinsi DKI Jakarta yang menggunakan interkoneksi kabel bawah laut. Di Pulau Sumba pasokan listrik umumnya bersumber dari pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD)[1].

Sejak 2010, pemerintah bersama masyarakat sipil dan swasta menggagas *Sumba Iconic Island* (SII), program melistriki Pulau Sumba. Targetnya, rasio elektrifikasi di pulau seluas 11.153 Km² di Nusa Tenggara Timur ini mencapai 95% pada 2020, dipasok dari 100% energi terbarukan. Dukungan resmi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) keluar Juni 2015 melalui Kepmen ESDM Nomor 3051 tentang penetapan Pulau Sumba sebagai Pulau Ikonis Energi Terbarukan[2].

Akan tetapi capaian ini baru mewakili sekitar 17,5% dari target Rencana Umum Penyediaan Energi Sumba (RUPES) yang menargetkan capaian 65% kontribusi EBT pada 2020, sehingga pada tahun yang sama, rasio elektrifikasi di Sumba akan mencapai 95%. Sedangkan capaian 100% dijadwalkan 2025[3].

Saat ini, PLN sedang membangun pembangkit listrik tenaga mesin gas (PLTMG) berkapasitas 10 Megawatt (MW) di Pulau Sumba. Padahal, daerah tersebut memiliki potensi energi angin yang besar sekali. Angin di lokasi yang sama bisa menghasilkan listrik lebih dari 10 MW. Tapi PLN malah memakai PLTMG yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM). Dibanding PLTMG, sebenarnya pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) lebih efisien untuk Sumba[4].

Selain itu, PT PLN (Persero) mengklaim telah menghemat sedikitnya Rp10 miliar dari pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Lokomboro berkapasitas 2.700 kilowatt (KW) di Pulau Sumba. Berangkat dari hal itu, perusahaan ini berkomitmen akan terus mendorong pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebesar 100% di wilayah Nusa Tenggara Barat (NTB)[5].

Sistem kelistrikan berbasis pulau kecil adalah suatu sistem kelistrikan yang relatif belum berkembang. Sistem masih terdiri dari sub-sistem dan sub-sistem kecil yang masing-masing terpisah dan masih terdapat di daerah-daerah terpencil[6]. Umumnya di pulau-pulau kecil menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) sebagai salah satu cara untuk memberikan pasokan listrik di pulau tersebut. Selain itu ada pula sistem lain yang sejauh ini merupakan sistem yang efisien untuk memberikan pasokan listrik ke pulau-pulau kecil, yaitu mengandalkan kabel bawah laut[7].

Terhubungnya pulau-pulau di Indonesia dengan jaringan listrik interkoneksi merupakan syarat mutlak Indonesia untuk memanfaatkan potensi sumber daya alam (hasil tambang energi primer dan energi alternatif) masing-masing daerah dan menghubungkan seluruh konsumen listrik yang ada di Indonesia sehingga mendapatkan sistem kelistrikan yang handal dan murah. Kekurangan energi listrik di suatu daerah dapat dipenuhi dengan kelebihan listrik di daerah lainnya. Hasil tambang batubara dan gas alam di suatu daerah bisa langsung dimanfaatkan untuk diubah ke energi listrik dengan membangun pembangkit listrik di mulut tambang sehingga biaya pokok produksi listrik dapat ditekan secara signifikan dan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk peningkatan kualitas energi di dalam negeri[8].

Inti persoalan sistem kelistrikan di Pulau Sumba yang telah dibahas memerlukan perencanaan pengembangan pembangkit energi terbarukan yang optimal. Oleh karena itu, pengembangan pembangkit yang optimal perlu didesain dengan teknik perencanaan yang tepat. Perencanaan pembangkitan adalah suatu proses kegiatan perencanaan yang rumit yang bertujuan untuk mencari dan memilih suatu rencana yang optimal diantara beberapa alternatif rencana yang tersedia. Rencana yang optimal tersebut harus memenuhi total biaya pembangkitan yang minimum dengan batasan keandalan, lingkungan dan ketersediaan pendanaan[9].

Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan ketidakpastian yang ada dalam perencanaan pembangkitan, seperti[9]:

1. Berapa persen perkiraan pertumbuhan beban per tahun
2. Perkiraan ketersediaan dan harga bahan bakar

3. Bentuk kurva beban
4. Ketersediaan alternatif unit pembangkit baru , dan lain-lain.

Dengan demikian seorang perencana di bidang ini harus mengetahui ruang lingkup yang cukup luas mengenai karakteristik suatu sistem tenaga listrik mencakup ekonomi, biaya dan keandalannya. Hal ini dilakukan dengan memproyeksikan kondisi suatu sistem tenaga listrik beberapa tahun ke depan, selanjutnya mengembangkan beberapa alternatif dan memilih rencana yang optimal diantara alternatif-alternatif tersebut. Dalam proses ini peranan dari perencana sangat dominan, seperti dalam hal penyederhanaan masalah, membuat prioritas rencana dan selanjutnya memutuskan rencana yang paling layak[9].

Sudah banyak teknik dikembangkan untuk menunjang kegiatan perencanaan pembangkitan ini, seperti penggunaan model matematis untuk memformulasikan permasalahan dalam perencanaan, yang meliputi model *linier programming*, *dynamic programming* serta model optimisasi. Berdasarkan teknik-teknik tersebut juga sudah banyak program komputer yang ditulis seperti WASP, ZOPPLAN dan lain-lain. Tentunya dengan menggunakan program komputer tersebut, pekerjaan perencanaan pembangkitan menjadi semakin mudah[9].

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana menentukan optimasi perencanaan pembangkit dengan studi kasus di Pulau Sumba?
2. Apakah bisa penggunaan energi terbarukan mencapai 95% pada tahun 2020?.
3. Sudah sejauh mana capaian penggunaan energi terbarukan di Pulau Sumba?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui optimasi suatu pembangkit berbasis pulau kecil dengan studi kasus di Pulau Sumba yang memaksimalkan energi terbarukan.
2. Menunjukkan capaian penggunaan energi terbarukan pada tahun 2020.

3. Menunjukkan capaian ketersediaan energi pembangkit di Pulau Sumba dengan memaksimalkan energi terbarukan yang menunjang program SII selama 9 tahun perencanaan.

1.4. Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu pada bidang akademis dan di bidang praktis. Adapun manfaat yang diharapkan dapat diambil di bidang akademis yaitu :

1. Menambah wawasan pengetahuan di bidang perencanaan pembangkit berbasis pulau-pulau kecil yang memaksimalkan energi terbarukan.
2. Memberikan pengetahuan tentang pengembangan keilmuan di bidang perencanaan pembangkitan yang optimal berbasis pulau kecil .

Adapun manfaat yang diharapkan di bidang praktis yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan kepada PLN dalam memanfaatkan potensi sumber daya alam khususnya di Pulau Sumba agar dapat mengurangi biaya BPP (Biaya Pokok Produksi).
2. Model optimasi perencanaan pengembangan pembangkit berbasis pulau kecil yang dihasilkan dengan memaksimalkan energi terbarukan agar dapat dijadikan solusi dalam pengembangan model perencanaan pembangkit di pulau-pulau kecil yang lain.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa Batasan masalah, diantaranya :

1. Sistem kelistrikan dibatasi hanya pada optimasi perencanaan pembangkit energi terbarukan dalam 9 tahun perencanaan.
2. Pemodelan optimasi perencanaan pembangkit yang dilakukan dibatasi hanya pada sistem kecil dengan studi kasus di Pulau Sumba.

1.6. State Of The Art

State of the art adalah pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan merupakan hal yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Dalam tabel ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan

dilakukan Adapun *state of the art* penelitian lainnya yang di tunjukkan pada Tabel

1.1.

Tabel 1. 1 Tabel Referensi

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Deskripsi
1	<i>Perencanaan Pengembangan Pembangkit Berbasis Pulau Kecil</i>	Murwan Syaepuz Zaman; Dr. Sudarmono Sasmono, S,Si., M.T	2018	Pada penelitian ini digunakan pemodelan 2 skenario untuk memenuhi 4 kriteria perencanaan pembangkit.
2	<i>Generation Expansion Planning Under Uncertainty: An Application of Stochastic Methods to the German Electricity System</i>	Mario Kendziorski; Mona Setje-Eilers; Friedrich Kunz	2017	Pada penelitian ini digunakan metode stokastik (ketidakpastian). Metode ini digunakan untuk menganalisa ketidakpastian pembangkit yang memadai dalam bauran teknologi untuk sistem kelistrikan Jerman. Hasil dari penelitian ini adalah memberikan campuran kapasitas yang konsisten dan kuat untuk perencanaan pembangkit, akan tetapi biaya total yang dikeluarkan sedikit lebih tinggi.
3	<i>Generation Expansion Planning Under Uncertainty Considering Power-to-Gas-Technology</i>	N. van Bracht dan A. Moser	2017	Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah perencanaan ekspansi stokastik 'ZEUS' yang mengoptimalkan keputusan investasi dengan ketidakpastian. Hasil dari perencanaan yaitu pergeseran

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Deskripsi
				sistem Pembangkit bahan bakar fosil hingga pembangkit energi terbarukan.
4	Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Hibrida di Pulau Panjang Menggunakan Software HOMER	Ade Irawan; Chairul Saleh; dan Ibnu Kahfi Bachtiar	2013	Pada penelitian ini membuat sebuah perencanaan pembangkit yang optimal yang terdiri atas PV dan generator diesel menggunakan metode hybrid. Hasil simulasi menunjukkan dengan kontribusi listrik dari PV 27% dapat menurunkan biaya operasional 86% dibanding sistem hanya menggunakan generator diesel.

Pada penelitian yang dilakukan oleh referensi nomor 1 menjelaskan bahwa pulau-pulau kecil yang pasokan listriknya kurang perlu dikembangkan perencanaan pembangkit listrik. Pada penelitian ini digunakan 2 skenario pemodelan yaitu dengan metode Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) dan *Sumba Iconics Island* (SII). Menurut RUPTL ada dua jenis pembangkit yang akan dibangun dari tahun 2018-2022 dengan kapasitas terpasang yang berbeda-beda. Ditahun 2018 RUPTL akan membangun PLTBm (biomassa) dengan kapasitas 1 MW, di 2019-2020 RUPTL merencanakan pembangunan PLTMG masing-masing 5 MW, dan ditahun 2021-2022 RUPTL merencanakan pembangunan PLTMG dengan kapasitas terpasang masing-masing 10 MW.

Sedangkan menurut simulasi berbasis *Iconic Island* Berdasarkan hasil simulasi, hasil perencanaan yang dibuat sama halnya dengan hasil perencanaan sebelumnya yang menunjukkan *balance* dan *reserve margin*. Akan tetapi perencanaan berbasis *Iconic Island* dengan pembangkit yang dialokasikan menunjukkan hasil yang lebih baik dan efektif dari hasil perencanaan pembangkit

menurut RUPTL dengan pembangkit *committed*. Tahun 2017 sampai dengan tahun 2020 *balance* dan *reserve margin* menghasilkan nilai negatif (-) yang artinya kapasitas terpasang masih belum mampu memenuhi kebutuhan beban puncak. Akan tetapi hasil negatif dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2020 mengalami penurunan, itu artinya dari tahun ke tahun kapasitas terpasang mampu mengurangi selisih dengan beban puncak.

Pada penelitian yang dilakukan referensi nomor 2 dilakukan penelitian mengenai perencanaan perluasan pembangkit dengan mempertimbangkan ketersediaan energi angin dan solar yang sifatnya *intermitten*. Dalam penelitian tersebut Mario Kendziorski et all menggunakan metode stokastik (ketidakpastian) untuk menganalisa ketidakpastian pembangkit yang memadai dalam bauran teknologi untuk sistem kelistrikan Jerman. Hasil penelitian ini adalah memberikan campuran kapasitas yang konsisten dan kuat untuk perencanaan pembangkit, akan tetapi biaya total yang dikeluarkan sedikit lebih tinggi.

Referensi nomor 3 melakukan penelitian mengenai perencanaan perluasan Pembangkit dengan transformasi paling sedikit dan memuaskan dalam segi keamanan pasokan, serta memberikan fleksibilitas yang cukup untuk menangani peningkatan efek *intermitten* untuk sistem tenaga listrik Eropa. Dalam penelitian tersebut N. van Bracht et all menggunakan metode perencanaan ekspansi stokastik 'ZEUS' yang mengoptimalkan keputusan investasi dengan ketidakpastian yang menghasilkan perencanaan pembangkit bahan bakar fosil hingga pembangkit energi terbarukan.

Kemudian , referensi nomor 4 dilakukan penelitian sebuah perencanaan pembangkit yang optimal yang terdiri atas PV dan generator diesel. Dalam penelitian tersebut Ade Irawan et all menggunakan metode hybrid yang hasil simulasinya menunjukkan bahwa dengan kontribusi listrik dari PV 27% dapat menurunkan biaya operasional 86% dibanding sistem yang hanya menggunakan generator diesel.

Dengan demikian, pada penelitian tugas akhir ini yang berjudul *Optimasi Perencanaan Pengembangan Pembangkit Berbasis Pulau Kecil Dengan Memaksimalkan Energi Terbarukan Studi Kasus di Pulau Sumba* memiliki

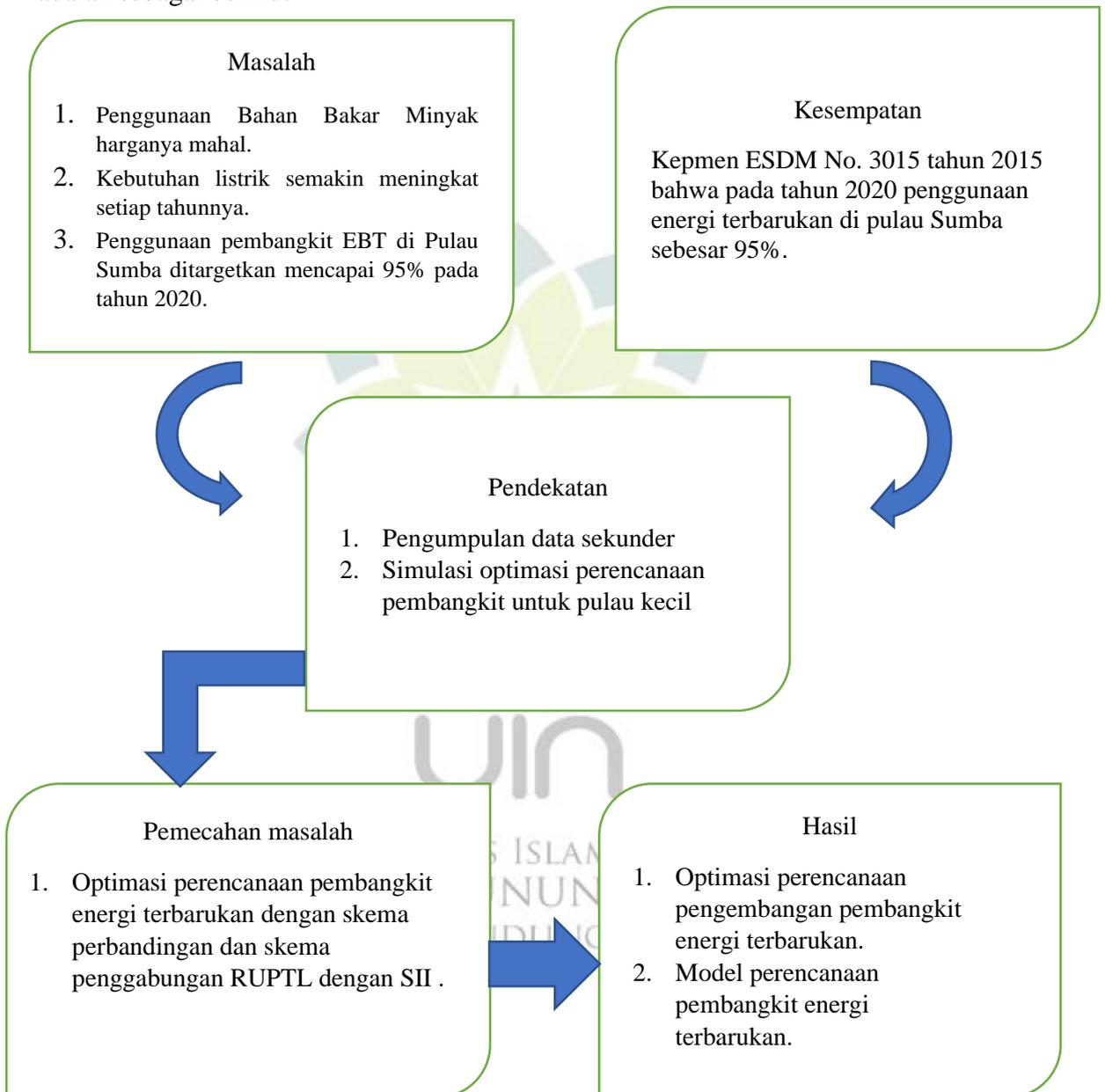
kesamaan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh referensi nomor 1 yaitu sama-sama melakukan perencanaan pembangkit listrik yang optimal untuk pulau-pulau kecil.

Perbedaan dalam penelitian ini yaitu penggunaan perangkat lunak *Wien Automatic System Planning IV (WASP IV)* sebagai salah satu pendukung agar penelitian ini menghasilkan optimasi perencanaan pengembangan pembangkit yang memaksimalkan energi terbarukan untuk memodelkan perencanaan pembangkit yang akan diterapkan di Pulau Sumba.



1.7. Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran yang mendasari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan

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

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang mendukung optimasi perencanaan pengembangan pembangkit di pulau kecil, pengertian kriteria-kriteria pembangkit tenaga listrik, sistem kelistrikan terisolasi, karakteristik pembangkit, pembagian pembangkit, jenis-jenis pembangkit.

3. BAB III Metodologi Penelitian

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

4. BAB IV Asumsi dan Data Simulasi

Bab ini berisi data, yang digunakan untuk menunjang penelitian seperti data pembangkit yang beroperasi di Pulau Sumba, Beban listrik Pulau Sumba yang didapatkan dari pengumpulan data sekunder (Pemodelan), data perencanaan sistem kelistrikan yang didapatkan dari RUPTL PLN, dan data asumsi yang didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak *Wien Automatic System Planning IV* (WASP IV).

5. BAB V Simulasi dan Analisis Hasil Simulasi

Bab ini berisi simulasi dan analisa-analisa dari simulasi perencanaan RUPTL dengan dipadukan konsep perencanaan berbasis *iconic island* yang disimulasikan dengan 3 modul, analisa perencanaan pembangkit existing, analisa perencanaan pembangkit *committed* dan yang di alokasikan, analisa hasil simulasi.

6. BAB VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan yang merupakan generalisasi dari hasil penelitian. Dalam bab ini juga memaparkan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.