

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem kelistrikan secara umum terdiri atas tiga komponen yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Pembangkitan adalah sistem yang berfungsi membangkitkan energi listrik dari berbagai macam pembangkit tenaga listrik. Transmisi adalah sistem yang berfungsi menyalurkan listrik dari pembangkit ke beban. Distribusi adalah sistem yang berfungsi untuk menyalurkan listrik ke konsumen[1].

Dalam sistem pembangkitan terdapat beberapa macam pembangkit diantaranya, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) dan salah satunya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Untuk PLTS terdapat beberapa macam yaitu PLTS terpusat *off grid*, PLTS terpusat *on grid*, PLTS terpusat *hybird* dan PLTS *Solar Thermal*. [2]

Pemerintah Indonesia menargetkan pengembangan tenaga surya untuk tenaga listrik yang diproyeksikan sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050 atau 22% dari potensi surya sebesar 207,9 GW. Proyeksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) cukup optimis mengingat *trend* investasi dan harga listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) global semakin murah dari waktu ke waktu, seiring dengan kemajuan teknologi[3].

PLTS merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Sel surya atau sel *photovoltaic* adalah alat yang mengubah energi cahaya secara langsung menjadi energi listrik. PLTS bersifat *intermittent* artinya tidak selalu ada ketika diperlukan. Dimana keluaran daya bergantung pada kondisi musim, kelembaban, suhu, pergerakan awan dan kondisi cuaca lainnya. Kondisi ini menyebabkan PLTS tidak dapat beroperasi terus menerus pada kapasitas terpasangnya. Sehingga akan mengakibatkan terjadinya penurunan aliran daya dari PLTS akibat kondisi musim, kelembaban, suhu, pergerakan awan dan kondisi

cuaca maka beban yang tidak terlayani harus dipasok oleh pembangkit yang dikategorikan sebagai *fast respond power plant*.

Berdasarkan aturan operasi (*Operating Code*) batas standar gangguan fluktuasi frekuensi dalam sistem yang aman dan andal dinyatakan frekuensi dalam batas kisaran operasi normal adalah $50 \pm 0,2$ Hz, kecuali penyimpangan dalam waktu singkat atau saat pelapasan beban (*load shedding*) diperkenankan pada kisaran ($50 \pm 0,5$ Hz). Sedangkan selama kondisi gangguan, frekuensi yang di perbolehkan berada pada batas 47,5 Hz dan 52,0 Hz[4].

Saat kondisi *load shedding* maka sistem secara otomatis akan memutus beban. Apabila frekuensi belum berada pada batas normal maka pembangkit primer akan segera dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan beban sehingga frekuensi kembali pada batas normal. Dalam pemenuhan beban terdapat tiga pembangkit yang bisa beroperasi menggantikan PLTS dalam kondisi *intermittency*. Ketiga tipe pembangkit tersebut dikenal sebagai *fast respond power plant*. Pembangkit tersebut yaitu PLTA, PLTG, dan PLTD.

Saat PLTS masuk kedalam sistem tentu ada pembangkit eksisting sebelumnya yang bergeser nilai investasinya baik nilai NPV IRR maupun PBP. Sehingga perubahan nilai NPV IRR dan PBP sebelum PLTS masuk dan setelah PLTS masuk akan berbeda. Perbedaan nilai ini merupakan salah satu dari bentuk *intermittent cost*. Penelitian ini difokuskan untuk memodelkan *intermittent cost*, cara hitungnya, dampak pada Biaya Pokok Pembangkitan (BPP) listrik serta pengaruhnya pada fisibilitas pembangkit eksisting.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model *intermittent cost* pada PLTS *on grid* menggunakan model IEEE 7 Bus.
2. Bagaimana cara hitung dari *intermittent cost* pada PLTS *on grid*.
3. Bagaimana dampak *intermittent cost* pada Biaya BPP listrik serta pengaruhnya pada fisibilitas pembangkit eksisting.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Membuat suatu model *intermittent cost* PLTS *on grid* menggunakan IEEE 7 Bus.
2. Mengetahui cara hitung dari *intermittent cost* pada PLTS *on grid*.
3. Mengetahui dampak *intermittent cost* pada BPP listrik serta pengaruhnya pada fisibilitas pembangkit eksisting.

1.4 Manfaat

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan memperoleh manfaat dari sisi akademis dan juga praktis. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1.4.1 Manfaat Akademis

Manfaat akademis dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pemodelan *intermittent cost* dengan menggunakan model IEEE 7 Bus.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat Praktis dari penelitian ini

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai dampak dari *intermittent cost* pada BPP serta pengaruhnya pada fisibilitas pembangkit eksisting.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi PT PLN (persero) dan pemerintah dalam pembuatan kebijakan yang mendorong peningkatan kontribusi energi baru dan terbarukan di bauran energi nasional.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada analisis *intermittent cost* dalam sistem kelistrikan.
2. Penelitian *intermittent cost* ini menggunakan PLTS *on grid*.
3. Untuk menganalisis *intermittent cost* digunakan model IEEE 7 Bus.

4. Penelitian ini difokuskan pada analisis fisibilitas keekonomian pembangkit eksisting.

1.6 *State of The Art*

State of the art merupakan pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan merupakan hal yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. *State of the art* penelitian lainnya dijabarkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi

JUDUL	PENELITI	TAHUN	DESKRIPSI PENELITIAN
<i>New Approach for Determination of the Energy and Connection Cost at the Power Grid Nodes</i>	M. Malaki dkk.	2001	Penelitian ini membuat suatu pemodelan sistem kelistrikan. Analisis yang dilakukan yaitu menggunakan metode tracking algorithm. Hasil dari penelitian ini yaitu metode analisis untuk investasi yang optimal dalam industri pembangkit listrik.
<i>The intermittency of wind, solar, and renewable electricity generators</i>	Benjamin K. Sovacool	2008	Penelitian ini berfokus membahas tentang sifat <i>intermittent</i> dari energi baru terbarukan yaitu energi angin dan energi matahari. Hasil dari penelitian ini yaitu memberikan solusi untuk mengatasi masalah dari <i>intermittent</i> pada energi angin dan energi matahari.
<i>Grid Connection Costs for Renewable Energy Plants in Greece</i>	Aikaterini I. Bada	2012	Penelitian ini berfokus pada analisis biaya PV sistem <i>on grid</i> yang terintegrasi dalam energi baru terbarukan. Hasil dari penelitian adalah dengan pemasangan PV secara <i>on grid</i> dapat menekan biaya produksi listrik.
<i>The Economic Analysis of Solar System Power Plant Implementations In Nias Electrical</i>	Nafis, Subhan dkk.	2015	Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara untuk menekan BPP. Metode yang digunakan <i>Life Cycle Cost</i> . Hasil penelitian ini ialah dengan masuknya PLTS

JUDUL	PENELITI	TAHUN	DESKRIPSI PENELITIAN
<i>System</i>			kedalam sistem menyebabkan turunnya BPP. Sebab biaya energi PLTS lebih rendah dari PLTD.
Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp dengan Metode <i>Life Cycle Cost</i>	I.B.K. Sugirianta	2016	Penelitian ini membahas tentang pemerintah Indonesia telah menetapkan kebijakan <i>feed-in tariff</i> (FiT) untuk PLTS. Metode yang digunakan ialah LCC. Hasil dari penelitian ini tarif penjualan listrik dapat menurun dari US \$ 25 sen/kWh menjadi US \$ 16 sen/kWh.
Pengaruh <i>Intermittent Cost</i> Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>On Grid Photovoltaic Farm</i> Pada Sistem Kelistrikan Menggunakan Model IEEE 7 Bus	M. Rifqi	2018	Penelitian yang akan dilakukan ini ialah untuk melihat dampak masuknya PLTS kedalam sistem terhadap BPP dan fisibilitas pembangkit eksisting. Metode yang digunakan ialah <i>Economic Dispatch</i> . Hasil dari penelitian ini dengan masuknya PLTS dapat menurunkan BPP tetapi pada fisibilitas pembangkit eksisting terdapat penurunan nilai investasi baik NPV, IRR dan PBP.

Pada penelitian sebelumnya Aikaterini I. Bada, dkk dengan judul *Grid Connection Costs for Renewable Energy Plants in Greece* merupakan paper yang di terbitkan pada *Mediterranean Conference on Power Generation, Transmission, Distribution and Energy Conversion* pada tahun 2012 yang membahas tentang analisis biaya baik transmisi maupun distribusi. Analisis pada paper ini fokus membahas tentang *grid connection* dalam kasus pembangkitan Energi Baru Terbarukan (EBT) yaitu PLTS dan PLTB. Pada penelitian ini dilakukan pada pembangkit dinegara Yunani. Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan kebijakan bahwa setiap pembangkit listrik tenaga angin maupun tenaga surya harus terintegrasi antar pulau pulau di Yunani untuk memenuhi target nasional 2020 [5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh M. Malaki dkk. dengan judul *New Approach for Determination of the Energy and Connection Cost at the Power Grid Nodes* yang dimuat dalam IEEE pada tahun 2001. Penelitian ini membahas tentang komponen sistem kelistrikan yaitu pembangkitan, distribusi dan transmisi. Analisis yang dilakukan menggunakan metode analisa ekonomi. Analisa ini digunakan untuk memudahkan analisis biaya pembangkitan distribusi dan transmisi. Dengan menggunakan metode ini biaya dari masing masing pembangkit sudah ditentukan. Metode penentuan biaya bergantung pada jalur transmisi dan kapasitas jalur yang digunakan. Hasil dari penelitian ini yaitu metode analisis untuk portofolio optimal dalam industri dapat diterapkan pada jaringan kelistrikan dan menunjukkan akurasi yang baik [6].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Subhan Nafis dkk dengan judul *The Economic Analysis of Solar System Power Plant Implementations In Nias Electrical System* pada tahun 2015. Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara agar menurunkan Biaya Pokok Pembangkitan (BPP). Dengan memanfaatkan PLTS sebagai pembangkit cadangan dari PLTD. Masuknya PLTS kedalam sistem mampu menurunkan Biaya Pokok Pembangkitan (BPP). Hal ini disebabkan karena biaya energi PLTS lebih rendah dari biaya bahan bakar untuk PLTD. Hasil dari penelitian ini bahwa biaya konsumsi bahan bakar yang dapat dihemat sebesar Rp. 1,26 milyar per tahun[7].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Benjamin K. Sovacool dengan judul *The intermittency of wind, solar, and renewable electricity generators* yang diterbitkan di National University of Singapore pada tahun 2009. Penelitian ini berfokus membahas tentang kondisi kebijakan kelistrikan di Amerika Serikat tentang pemanfaatan energi baru terbarukan yaitu energi angin dan energi matahari. Paper ini mengkaji sifat dari *intermitency* dari angin dan energi matahari. Hasil dari penelitian ini adalah tentang pengembangan lebih lanjut mengenai pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) [8].

Pada penelitian yang dilakukan I.B.K. Sugirianta dengan judul *Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 Mwp Dengan*

Metode *Life Cycle Cost* yang dimuat dalam ISSN:1693 – 2951. Penelitian ini membahas tentang pemerintah Indonesia telah menetapkan kebijakan *feed-in tariff* (FiT) untuk PLTS yang mempergunakan sistem *photovoltaic*. Metode yang dipergunakan dalam menghitung tarif penjualan listrik merupakan metode *Life Cycle Cost* (LCC), metode ini digunakan untuk menghitung keseluruhan biaya sebuah sistem mulai dari perencanaan, operasional, maintenance penggantian peralatan, pembangunan dan *salvage value* selama umur hidup sistem tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC) tarif penjualan listrik dapat menurun dari US \$ 25 sen/kWh menjadi US \$ 16 sen/kWh[9].

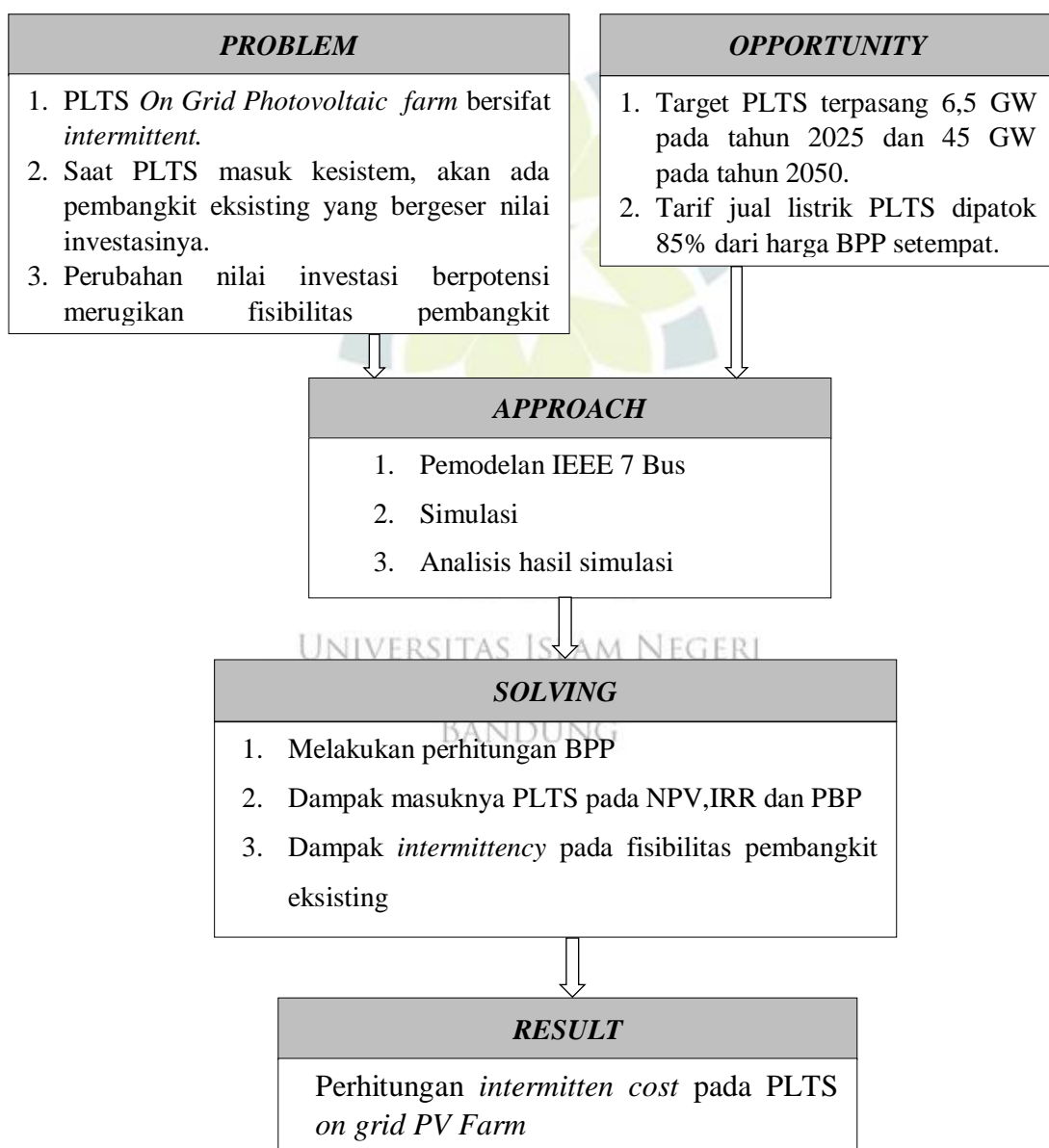
Berdasarkan tabel referensi diatas, sudah banyak penelitian tentang *intermittency* PLTS. Namun belum ada paper yang membahas mengenai *intermittent cost*. Penelitian yang akan dilakukan kali ini akan lebih dekat dengan dua paper yang berjudul Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp dengan Metode *Life Cycle Cost* dan *The Economic Analysis of Solar System Power Plant Implementations In Nias Electrical System*. Karena paper ini sama-sama menganalisis biaya investasi dari suatu pembangkit. Letak perbedaan dengan paper sebelumnya yaitu penelitian ini dilakukan dengan cara pemodelan sistem menggunakan model IEEE 7 Bus. Sehingga dalam penelitian tugas akhir ini ada sesuatu kebaruan yang ditawarkan.

1.7 Kerangka Berpikir

Dalam penelitian ini ditemukan permasalahan bahwa sifat dari *intermittent* pada PLTS akan menyebabkan suplai daya dari PLTS tidak akan bekerja 24 jam *full non stop*. PLTS tidak dapat beroperasi terus menerus pada kapasitas terpasangnya. Jika terjadi penurunan aliran daya dari PLTS akibat kondisi musim, pergerakan awan dan kondisi cuaca maka beban yang tidak terlayani harus dipasok oleh pembangkit yang dikategorikan sebagai *fast respond power plant*. Pembangkit yang termasuk *fast respond power plant* hanya terdapat tiga buah pembangkit yaitu PLTA, PLTG dan PLTD. Tentunya untuk mengoperasikan salah satu atau ketiga pembangkit tersebut dibutuhkan tambahan biaya produksi (*cost*

production). Dengan bertambahnya *cost production* tentu akan berpotensi meningkatkan BPP.

Dalam penelitian ini dilakukan suatu pemodelan *intermittency cost*, termasuk pendefinisian, cara hitungnya, dampak pada BPP listrik serta pengaruhnya terhadap fisibilitas pembangkit eksisting. Secara umum, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran

1.8 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan jumlah 6 bab, dimana setiap masing-masing bab mempunyai isi, berikut penjabaran isi setiap bab:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang dari pengambilan judul penelitian ini, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, posisi penelitian, kerangka berfikir serta sistematika penulisan yang akan dilakukan dalam tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka yang sangat relevan dengan kegiatan penelitian ini berupa sifat *intermittency* pada PLTS, menjelaskan sel surya, modul surya, tipe-tipe PLTS, dan bagaimana, model IEEE 7 Bus dan Ekonomi Pembangkitan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian dan penjelasan jadwal penelitian.

BAB VI ASUMSI DAN ANALISIS

Pada bab ini memaparkan asumsi yang digunakan seperti asumsi IEEE 7 bus, asumsi biaya pembangkit, asumsi kurva beban, asumsi harga jual PLTS di Indonesia, analisis *economic dispatch* sebelum PLTS masuk dan setelah PLTS masuk serta simulasi perubahan kelayakan pembangkit eksisting.

BAB V ANALISA *ECONOMIC DISPATCH* DAN FISIBILITAS PEMBANGKIT EKSISTING

Pada bab ini memaparkan analisa *economic dispatch* sebelum PLTS masuk dan setelah PLTS masuk serta analisis perubahan kelayakan pembangkit eksisting.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

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