

BABI PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangkit energy *Fotovoltaic* atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dimana perangkat yang merubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotolistrik. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai pembangkit listrik, agar dapat dimanfaatkan oleh pemakai daerah terpencil yang tidak mungkin dijangkau oleh jaringan PLN. Energi surya merupakan energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan energi yang sangat diperlukan pada masa sekarang dan yang akan datang [1]. PLTS dapat berupa sistem terpusat (*centralized*), sistem tersebar (*stand-alone*) dan sistem hibrida (*hybrid system*). *Centralized PV sistem* adalah PLTS yang mensuplai listrik secara terpusat untuk berbagai lokasi/beban yang bersifat *on grid* maupun *off grid*, sistem *stand alone* hanya mensuplai listrik khusus untuk kebutuhan beban yang tersebar di masing-masing lokasi dan bersifat *off grid* dan *system hybrid*, PLTS digunakan bersamaan dengan sistem pembangkit lainnya dalam mensuplai listrik [2].

PV surya adalah pembangkit listrik *non-dispatchable*, juga dikenal sebagai pembangkit listrik *intermittent*. Daya yang dihasilkan oleh solar PV dipengaruhi oleh pergerakan awan lokal yang meliputi panel surya setiap kali. Kondisi ini disebut kondisi intermiten [3]. PLTS yang merupakan pembangkit dengan sumber energi *intermittent*, menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang fluktuatif. Dalam pengoperasiannya, dibutuhkan pembangkit cadangan yang dapat beroperasi secara fleksibel sebagai pembangkit pendukung untuk mengantisipasi ketika intensitas cahaya matahari mengalami penurunan akibat awan atau kondisi malam hari. Sehingga, untuk setiap daerah dengan karakter sistem berbeda, dibutuhkan kajian yang berbeda juga untuk menilai kelayakan proyek PLTS, terutama untuk yang skala besar. Stabilitas frekuensi mengacu pada kemampuan sistem tenaga untuk mempertahankan frekuensi stabil ketika sistem terjadi ketidakseimbangan yang signifikan antara pembangkit dan beban. Penurunan frekuensi yang berkelanjutan akan mengakibatkan pemadaman total (*black out*) pada sistem. Salah satu tindakan yang harus dilakukan adalah melakukan pelepasan beban (*load shedding*) [4].

Penelitian ini melakukan simulasi dengan menggunakan *software Digsilent* dengan sub program *frequency stability* yaitu simulasi untuk mengetahui

perbandingan dari kriteria kapasitas maksimum pada saat masuk ke sistem dengan pelepasan beban diakibatkan adanya penurunan frekuensi yang dideteksi oleh kondisi *Under Frequency Relay* (UFR) dan ayunan frekuensi normal.

Berdasarkan kriteria aturan operasi (*Connection 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 pelepasan beban (*load shedding*) diperkenankan pada kisaran ($50 \pm 0,5$ Hz). Sedangkan kriteria operasi menyatakan saat terjadi kondisi gangguan frekuensi sistem boleh turun tapi tidak boleh menyentuh pada batas bawah 49,5 Hz (frekuensi *setting* UFR/*Under Frequency Relay*).

Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan kriteria *Under Frequency Relay* (UFR) dan ayunan frekuensi normal pada kapasitas maksimum solar PV Farm yang masuk ke sistem menggunakan perangkat lunak sistem tenaga listrik. Sehingga dalam kondisi pemodelan sistem dapat mengadopsi kondisi secara real yang dilakukan untuk menganalisis kestabilan frekuensi sistem pada sub sistem area 2 Jawa Barat.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat ?
2. Seberapa besar pengaruh kriteria *Under Frequency Relay* dan ayunan frekuensi normal pada kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

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

1. Mengetahui dampak frekuensi pada sistem dengan kriteria *under frequency relay* dan ayunan frekuensi normal pada kapasitas maksimum solar PV Farm studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat.

2. Membandingkan dan menganalisis karakteristik *under frequency relay* dan ayunan frekuensi normal pada penentuan kapasitas maksimum solar PV Farm studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat.

1.3.2 Manfaat

Penelitian ini memiliki dua manfaat, yaitu manfaat akademis dan manfaat praktis. Adapun manfaat akademis yang didapatkan adalah menambah pengetahuan di bidang operasi sistem tenaga listrik dalam perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability*. Kemudian manfaat praktis yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi PT. PLN (persero) dan Pemerintah untuk memperbaiki regulasi aturan jaringan sistem tenaga listrik di Indonesia.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik terkait perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi kasus dalam penelitian ini adalah pembangkitan di Area 2 Jawa Barat di sistem Jawa Bali.
2. Metode yang digunakan pada sistem solar PV farm adalah *frequency stability*.
3. Analisis dan pengolahan data sekunder disimulasikan menggunakan perangkat lunak analisis sistem tenaga listrik.
4. Perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem pada *under frequency relay* dan ayunan frekuensi normal.

1.5 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 bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun daftar Referensi penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 *State of The Art*

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
Pengiriman Daya Yang Ekonomis Dengan Memanfaatkan Energi Listrik Tenaga Surya <i>Solar Home System</i> (SHS)	Nurhabibah Naibaho	2018	Panel Solar Cell jenis monokristal <i>Mono -crystalline</i> merupakan panel yang lebih efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai 15%, tetapi kelemahan dari panel ini, kurang berfungsi dengan baik ditempat yang cahaya matahari kurang, tempat teduh, dengan begitu efisiensi akan turun dalam cuaca berawan. <i>Photovoltaic cell</i> selalu dilapisi yang terbuat dari <i>glass</i> , maka <i>optical input</i> dari <i>photo-voltaic cell</i> juga dipengaruhi matahari karena variasi sudut dari pantulan <i>glass</i> .
Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya	Reza Pahlevi	2015	Penelitian dilakukan untuk mengolah energi matahari yang berlimpah luas di dunia, terlebih di Indonesia yang merupakan Negara yang dilalui garis khatulistiwa. Sekarang ini penggunaan solar sel mulai dikembangkan sebagai salah satu alternative sumber pembangkit energi listrik. Para peneliti mencari cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan solar sel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik panel sel surya berdasarkan intensitas tenaga surya, dan menganalisa kinerja panel sel surya serta mengetahui efisiensi penggunaan sel surya.
<i>Analisa Sistem Tenaga Listrik Di Minahasa Dalam Menghindari Padam Total</i>	Hardiyanto Labulu, Ir. Fielman Lisi, MT., Maickel Tuegeh, ST., MT.	2015	Seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan penggunaan tenaga listrik oleh masyarakat, maka sangat dibutuhkan penyediaan tenaga listrik yang kontinu dengan kuantitas dan kualitas yang memadai, sehingga pemadaman tenaga listrik tidak perlu terjadi pada keseluruhan sistem, namun sistem kelistrikan Minahasa Manado dan Bitung sering padam total apabila terjadi salah satu mesin pembangkit trip.

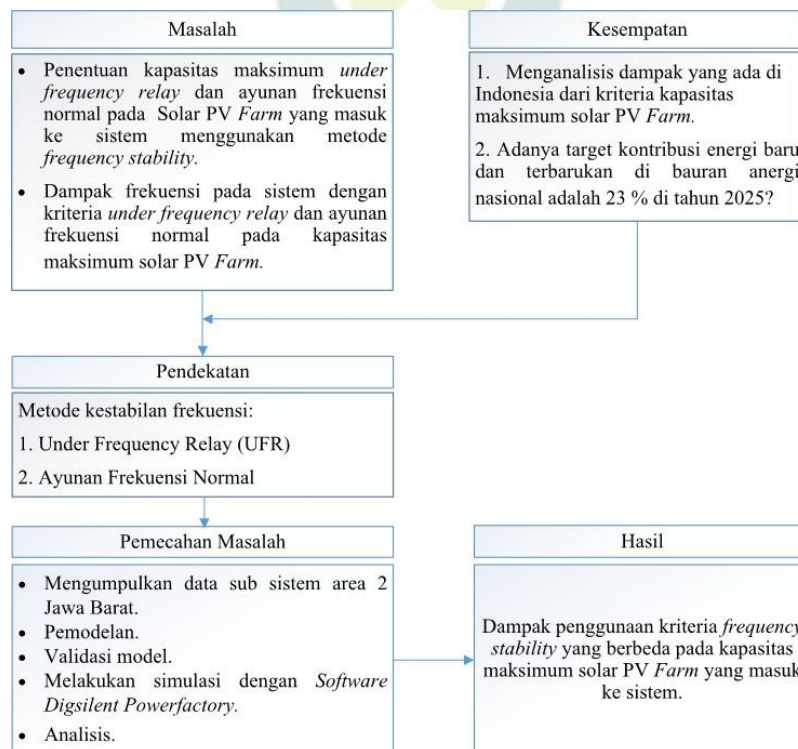
Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi
<i>Transient Stability Method to Determine Maximum Intermittent Power Plant Penetration to Small Island Isolated System</i>	S.Sasmono, J.A. Chandra, A.Wijaya	2018	Integrasi dari pembangkit listrik <i>intermittent</i> ke dalam sistem akan memiliki dampak yang signifikan pada sistem. <i>intermittency</i> ini sumber energi terbarukan yang menyebabkan ketidakpastian dalam sistem operasi. Stabilitas transien, terutama stabilitas frekuensi sistem diusulkan metodologi untuk menentukan kapasitas maksimum pembangkit listrik intermiten yang dapat menembus sistem yang terisolasi.
<i>Perbandingan Kriteria Kapasitas Maksimum Solar Pv Farm Yang Dapat Masuk Ke Sistem Menggunakan Metode Frequency Stability Studi Kasus Sub Sistem Area 2 Jawa Barat</i>	Endah Bintari Putri	2019	Penelitian ini membahas perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode <i>frequency stability</i> studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat. Hasil penelitian ini

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1.1, Referensi [1] membuat penelitian yang paling mutakhir tentang *Panel Solar Cell* jenis monokristal *mono - crystalline* merupakan panel yang lebih efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Referensi [2] membahas tentang penelitian yang mengolah energi matahari yang berlimpah luas di dunia, terlebih di Indonesia yang merupakan Negara yang dilalui garis khatulistiwa. Referensi [3] membuat penelitian Seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan penggunaan tenaga listrik oleh masyarakat, maka sangat dibutuhkan penyediaan tenaga listrik yang kontinu dengan kuantitas dan kualitas yang memadai, sehingga pemadaman tenaga listrik tidak perlu terjadi pada keseluruhan sistem, namun sistem kelistrikan Minahasa Manado dan Bitung sering padam total apabila terjadi salah satu mesin pembangkit trip. Sedangkan, referensi [4] yang melakukan penelitian Integrasi dari pembangkit listrik *intermittent* ke dalam sistem akan memiliki dampak yang signifikan pada sistem. Berdasarkan tabel beberapa referensi diatas yaitu membahas tentang perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat, telah banyak penelitian tentang pembangkit solar PV farm. Sementara itu penelitian yang sama untuk mengidentifikasi penelitian yang akan dilakukan ini akan lebih dekat dengan dua penelitian yang berjudul pengaruh karakteristik *intermittency*

pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *photovoltaic farm* pada sistem kelistrikan dan perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat. Penelitian ini mengetahui kestabilan frekuensi pada solar PV farm. Perbedaan pada penelitian sebelumnya yaitu dilihat dari studi kasus dan metode yang digunakan.

1.6 Kerangka Berfikir

Dalam penelitian ini ditemukan permasalahan bahwa sifat dari perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* sehingga dapat menyebabkan frekuensi yang tidak sesuai dengan aturan jaringan sistem tenaga listrik karena PLTS tidak dapat beroperasi terus menerus pada kapasitas terpasangnya. Jika terjadi 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*. Kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berfikir

1.7 Sistematika Penulisan

Metodologi penulisan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tipe-tipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan metode *frequency stability* pada solar PV Farm.

BAB III METODOLOGI DAN RENCANA PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alur atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian dimulai dari pengumpulan data sekunder, pemodelan, simulasi dan analisis. Kemudian rencana penelitian dengan dilakukan perbandingan kriteria kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan metode *frequency stability* studi kasus sub sistem area 2 Jawa Barat memerlukan waktu mulai dari studi literatur sampai tahap menganalisis. Adapun waktu yang dibutuhkan adalah enam bulan.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN SIMULASI

Bab ini memaparkan beberapa simulasi yang akan dilakukan diantaranya simulasi solar PV farm masuk ke sistem dengan membandingkan kriteria kestabilan frekuensi solar PV farm dan simulasi percobaan *trial and error* pada sub sistem area 2 Jawa Barat. Tahapan tersebut dilakukan untuk mendapatkan nilai kapasitas maksimum solar PV Farm yang dapat masuk ke sub sistem area 2 Jawa Barat.

BAB V HASIL SIMULASI DAN PENENTUAN KAPASITAS MAKSIMUM SOLAR PV FARM

Bab ini memaparkan analisa hasil semua simulasi dan hasil percobaan yang dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimum solar PV Farm yang dapat masuk ke sub sistem area 2 Jawa Barat.

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.