

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam sistem kelistrikan prakiraan kebutuhan energi listrik sangat dibutuhkan untuk memperkirakan dengan tepat seberapa besar daya listrik yang dibutuhkan untuk melayani beban dan kebutuhan energi listrik dalam distribusi energi listrik. Selain faktor teknis, faktor ekonomi juga merupakan faktor terpenting yang perlu diperhitungkan. Prakiraan yang tidak tepat akan menyebabkan tidak cukupnya kapasitas daya yang disalurkan untuk memenuhi kebutuhan beban, sebaliknya jika prakiraan beban yang terlalu besar maka akan menyebabkan kelebihan kapasitas daya sehingga menyebabkan kerugian [1].

Perkembangan kebutuhan listrik yang terus meningkat akan membutuhkan sumber energi primer yang lebih besar. Sistem kelistrikan di beberapa wilayah di Indonesia saat ini masih bergantung pada bahan bakar *High Speed Diesel* yang merupakan energi fosil [2]. Sedangkan energi fosil tidak dapat diperbarui sehingga jumlahnya akan terus menurun. Selain itu penggunaan energi fosil menyebabkan polusi yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan sekitar. Dampak dari polutan ini mengakibatkan pemanasan global. Oleh sebab itu, penggunaan energi terbarukan harus ditingkatkan untuk mengimbangi kenaikan kebutuhan energi listrik.

Pembangkit listrik *intermittent* merupakan pembangkit listrik yang dalam proses pemasokan dayanya tidak tersedia secara terus menerus dikarenakan faktor eksternal yang tidak dapat dikontrol. Adapun listrik yang dihasilkan oleh pembangkit ini bisa di produksi oleh sumber pembangkit listrik yang bervariasi (berbeda) dalam kondisi dan skala waktu yang cukup singkat. Beberapa pembangkit yang dikategorikan sebagai pembangkit listrik *intermittent* diantaranya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/angin (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) [3].

Pemerintah Indonesia melalui Kebijakan Energi Nasional telah menargetkan kontribusi energi baru dan terbarukan dalam bauran energi Indonesia pada tahun 2025 sebesar 23%. Salah satu upaya untuk mencapai target adalah dengan menambah kontribusi pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan sebagai energi utama ke sistem tenaga listrik. Salah satu jenis pembangkit listrik energi terbarukan yang berpotensi masuk dalam kapasitas besar dalam sistem kelistrikan Indonesia adalah Solar PV, yang dikenal sebagai Solar PV Farm [4].

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi listrik, konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*) [5]. Kebutuhan akan listrik baik untuk kalangan industri, perkantoran, maupun masyarakat umum dan perorangan sangat meningkat. Tetapi, peningkatan kebutuhan listrik ini tidak diiringi oleh penambahan pasokan listrik. Energi surya merupakan salah satu energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik melalui proses *PhotoVoltaic*, proses *Photovoltaic* adalah proses pengkonversian cahaya matahari menjadi energi listrik.

PLTS memiliki sifat intermitensi dan *non dispatchable* yang berarti tidak selalu ada dan tidak dapat diatur sehingga pada waktu sore hari akan terjadi penurunan aliran daya terhadap sistem, maka beban yang tidak terlayani harus dipasok oleh pembangkit yang dikategorikan sebagai *fast respond power plant*. Tipe pembangkit yang dikenal sebagai *fast respond power plant* yaitu PLTA, PLTG, dan PLTD.

Saat solar PV farm masuk kedalam sistem, pada kondisi intermitensi akibat perubahan dari siang ke malam hari atau dari malam ke siang hari, *ramp up* atau *ramp down* pembangkit eksisting harus cukup cepat merespon hilangnya solar PV farm dari sistem. Kapasitas maksimum solar PV farm yang masuk kedalam sistem dipengaruhi oleh kemampuan dan kecepatan pembangkit eksisting merespon kondisi intermitensi tersebut.

Terdapat 3 pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan kapasitas maksimum solar PV farm yang masuk kedalam sistem, yaitu keekonomian bisnis, *frequency stability*, dan *Duck curve* [4]. Dalam penelitian tugas akhir ini pendekatan yang digunakan untuk menentukan kapasitas maksimum solar PV farm yang masuk kedalam sistem adalah pendekatan *Duck curve* karena *Duck curve* mampu melihat seberapa mampu sistem menerima solar PV farm dengan meninjau bagaimana penurunan solar PV farm dalam 1 hari. *Duck curve* sistem juga mampu melihat kecepatan naik antara *gradient ramp up* dan *gradient ramp down* kapasitas pembangkit eksisting.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh masuknya solar PV farm kedalam sistem terhadap pembangkit eksisting yang ada?

2. Bagaimana model *Duck Curve* yang menunjukkan respon sistem terhadap intermitensi solar PV farm akibat perubahan dari malam ke siang atau siang ke malam hari?
3. Bagaimana menentukan kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem akibat perubahan dari malam ke siang atau siang ke malam hari menggunakan pendekatan *Duck Curve*?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Mengetahui pengaruh masuknya solar PV farm kedalam sistem terhadap pembangkit eksisting yang ada.
2. Membuat model *Duck Curve* sebagai *tool* untuk menentukan kapasitas solar PV farm yang dapat masuk ke sistem dengan adanya intermitensi solar PV farm akibat perubahan dari malam ke siang atau siang ke malam hari.
3. Menghitung kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem akibat perubahan dari malam ke siang atau siang ke malam hari menggunakan pendekatan *Duck Curve*.

### 1.4 Manfaat

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

#### 1.4.1 Manfaat Akademis

Manfaat akademis dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik di lingkungan jurusan Teknik Elektro UIN Bandung dalam hal pembuatan *Duck curve* sistem untuk menentukan kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem akibat perubahan dari malam ke siang atau siang ke malam hari menggunakan pendekatan *Duck Curve*.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan pendekatan *Duck Curve*.
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 :

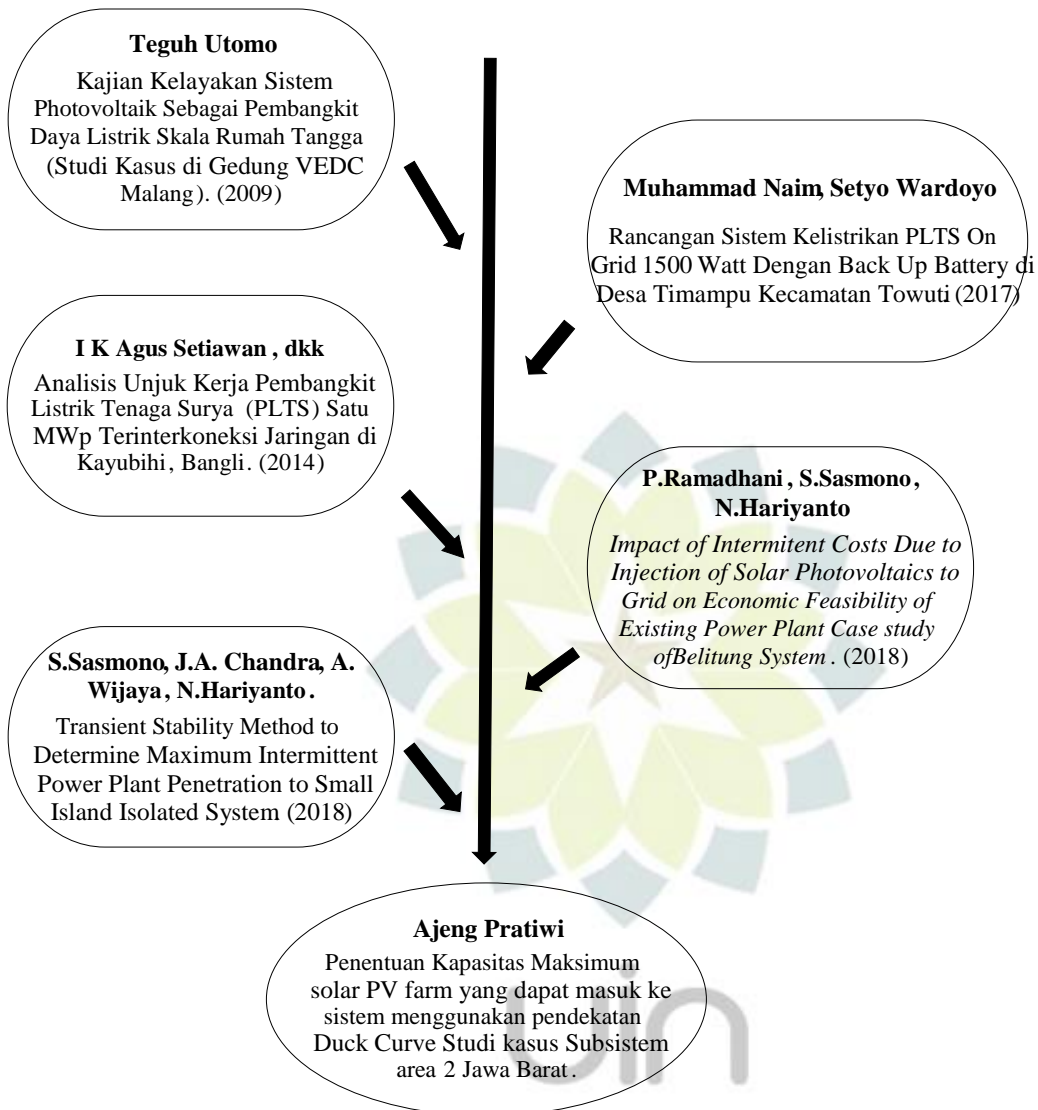
1. Studi kasus dalam penelitian ini adalah Subsistem area 2 Jawa barat.
2. Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode *Duck Curve*.
3. Perhitungan matematis menggunakan *software Spreadsheet* dan Matlab.

### 1.6 *State of The Art*

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Duck Curve*. Dari penelusuran literatur penelitian di bidang teknik tenaga listrik. Bagan posisi dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Pada referensi 1 dalam penelitian Teguh Utomo dibahas pengkajian kelayakan pemanfaatan sistem photovoltaik, baik secara teknis maupun ekonomis, bila dibandingkan dengan penggunaan energi listrik PT PLN, khususnya untuk skala rumah tangga. Hasil dari penelitian ini yaitu metode analisis biaya sistem photovoltaik per kWh dan keefisienan peralatan *photovoltaic* pada penyuplaian beban di gedung VEDC Malang dan penggunaan sistem photovoltaik untuk beban pertamanan (yang diasumsikan sebagai beban rumah tangga) menunjukkan bahwa prosentase jatuh tegangan pada sistem photovoltaik terbesar terjadi pada saat kondisi cuaca mendung dan jatuh tegangan terkecil terjadi pada saat kondisi cuaca cerah [6].

Referensi 2 pada penelitian yang dilakukan Muhammad Naim dan Setyo Wardoyo dibahas perancangan sistem kelistrikan PLTS *On Grid Backup Battery* dengan Kapasitas 1500 Watt di Desa Timampu kecamatan Towuti. Referensi



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUNAN GUNUNG DJATI  
BANDUNG  
Gambar 1.1 *State of the art*

1 dan 2 membahas topik dengan objek yang sama yaitu *photovoltaic*. Dalam referensi 2 ini membahas aspek penyediaan sumber energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan sebagai alternatif untuk penambahan suplai listrik yaitu sistem kelistrikan PLTS *on Grid* dengan *Backup battery* [7]. Berbeda dengan referensi 1 yang membahas aspek keekonomian biaya sistem photovoltaik per kWh dan keefisienan peralatan *photovoltaic*.

Referensi 3 pada penelitian I K Agus Setiawan, dkk dibahas penerapan pemanfaatan energi surya fotovoltaik berskala besar di Indonesia. Analisis unjuk kerja PLTS mengacu pada nilai produksi energi listrik spesifik/final yield (YF), dan unjuk kerja/rasio performa (PR) dari PLTS

diketahui terhadap lokasi pemasangan. Nilai optimum YF dan PR PLTS Kayubihii diperoleh dengan simulasi menggunakan *software* PVSyst [8]. Dalam penelitian ini aspek yang dibahas menekankan pada analisis keoptimalan PLTS Kayubihii, Bangli dimana PLTS Kayubihii bangli terinterkoneksi dengan jaringan, ini berarti referensi 3 memiliki aspek yang hampir sama dengan referensi 2 yaitu PLTS *on Grid*, bedanya PLTS 2 menggunakan *back up battery*.

Referensi 4 pada penelitian yang dilakukan P. Ramadhani, S. Sasmono dan N.Hariyanto dibahas dampak masuknya solar PV farm kedalam sistem yang menurunkan parameter parameter pembangkit eksisting yang ada dalam suatu sistem termasuk penurunan kapasitas pembangkit eksisting yang ada. Hasil dari penelitian ini yaitu sebuah Duck Curve untuk sistem Belitung [4].

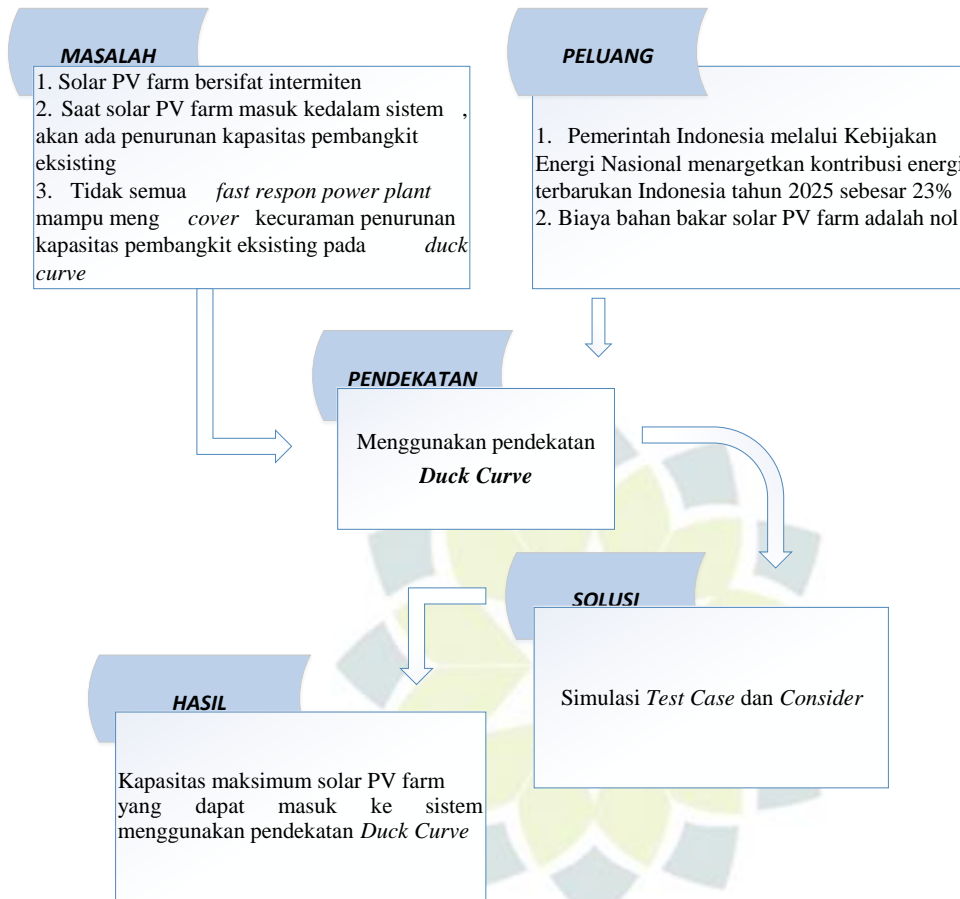
Kemudian referensi 5 pada penelitian yang dilakukan S.Sasmono, J.A. Chandra, A. Wijaya dan N.Hariyanto dibahas penentuan kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke suatu sistem dalam suatu pulau kecil atau terpencil dengan simulasi frekuensi sistem. Simulasi dilakukan untuk 2 kondisi yaitu kondisi intermiten dimana *output* daya PV surya menurun 25% dan kondisi gangguan . Hasil dari penelitian ini yaitu penentuan kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk kesistem dengan memperhatikan frekuensi stabilitas adalah 1,55 MW untuk kondisi intermiten dan 1,5 MW untuk kondisi gangguan [9]. Referensi 4 dan 5 membahas aspek yang sama yaitu masuknya solar PV farm kedalam sistem, perbedaannya pada referensi 4 hanya sampai pada pembuatan *duck curve* sedangkan pada referensi 5 sampai pada penentuan kapasitas maksimum menggunakan *frequency stability*.

Berdasarkan referensi yang telah dipaparkan, sudah ada penelitian tentang intermittency PLTS dan penentuan kapasitas maksimumnya. Penelitian yang akan dilakukan kali ini lebih dekat dengan paper yang berjudul *Impact of Intermittent Costs Due to Injection of Solar Photovoltaics to Grid on Economic Feasibility of Existing Power Plant Case study of Belitung System* dan *Transient Stability Method to Determine Maximum Intermittent Power Plant Penetration to Small Island Isolated System*. Dengan demikian, pada dasarnya penelitian tugas akhir ini yang berjudul Penentuan Kapasitas Maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem menggunakan pendekatan *Duck Curve* Studi kasus Subsistem Area 2 Jawa Barat menggunakan pendekatan *Duck curve* dengan perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan ini lebih menekankan pada penentuan kapasitas maksimum dengan mempertimbangkan *ramp up* dari kit eksisting terhadap *ramp down* juga studi kasus di Subsistem area 2 Jawa barat.

### 1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.2 berikut.





Gambar 1.2 Kerangka pemikiran

## 1.8 Sistematika Penulisan

Metodologi penulisan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

### *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 penentuan kapasitas maksimum solar PV farm yang dapat masuk ke sistem

### *BAB III METODOLOGI*

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

### *BAB IV ASUMSI DAN PENGOLAHAN DATA*

Pada bab ini memaparkan asumsi yang digunakan yaitu pengasumsian solar PV Farm yang telah diinjeksi ditahun sebelumnya, pengumpulan dan pengolahan data beban, menghitung nilai *ramp up* pembangkit eksisting dan data irradiasi matahari. Tahapan tersebut dilakukan untuk mendapatkan nilai kapasitas maksimum solar PV Farm yang dapat masuk ke subsistem Jawa Barat.

### *BAB V SIMULASI KAPASITAS MAKSIMUM SOLAR PV FARM*

Pada bab ini memaparkan analisa hasil *test case* dan *consider* yang dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimum solar PV Farm yang dapat masuk ke subsistem Jawa Barat.

### *BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN*

Pada bab ini, berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian Tugas Akhir ini dan saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya

