

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketergantungan penggunaan energi listrik diwaktu sekarang ini telah menjadi permasalahan utama yang semakin kompleks pada seluruh negara di dunia, hal ini berhubungan dengan permintaan dan kebutuhan energi listrik yang semakin bertambah. Setiap aspek kehidupan manusia pada zaman ini, hampir tidak terlepas dari pemanfaatan energi listrik. Hingga saat ini, energi Listrik belum dapat kita manfaatkan secara langsung dari alam, melainkan dengan kemajuan teknologi, kita memanfaatkan sumber energi lainya untuk menghasilkan energi listrik misalnya seperti pemanfaatan energi kinetik dan potensial dari aliran air untuk memutar turbin, menghasilkan energi listrik.

Namun, dari berbagai jenis energi yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik, pembangkit bertenaga bahan bakar fosil masih merupakan yang paling dominan di seluruh dunia. Selain sumbernya yang terbatas dan dapat habis kapan saja, berbagai macam masalah akibat emisi dari pengolahan bahan bakar fosil ini semakin parah dan hampir tak terkendali.

Penggunaan bahan fosil seperti batu bara maupun minyak bumi dalam pembangkitan energi listrik masih sangat dominan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) mengungkapkan bahwa penyediaan energi utama sebagian besar berasal dari batu bara (15.527.106 terajoule), gas alam (2.374.248 terajoule), dan minyak mentah serta kondensat (1.808.758 terajoule), dengan total 20.600.280 terajoule. Batu bara ini umumnya dimanfaatkan dengan penggunaan mesin uap pada PLTU, dengan 56,4% dari total kapasitas pembangkit listrik 64,5 GW pada 2018. Penggunaan yang tinggi, terutama pada PLTU, menyebabkan dampak lingkungan dan kesehatan, karena emisi gas rumah kaca (GHG) yang memicu perubahan iklim serta polusi udara yang mengandung sulfur dioksida, Karbon monoksida, partikel, oksida nitrogen, dan logam berat, yang meningkatkan risiko kanker alat pernapasan, gangguan pernapasan, penyakit jantung, hingga stroke.[1]

Pada kondisi ini, mau tidak mau, peralihan energi menuju energi baru terbarukan (EBT), harus direalisasikan secepat mungkin. Selain untuk menghadapi sumber daya fosil yang kian menipis ketersediaannya, fokus utama lainnya adalah untuk menciptakan pengelolaan energi yang adil, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Indonesia saat ini memiliki empat kebijakan utama yang mendukung transisi energi, yaitu:

- Menurut UU No. 30 Th 2007 Energi. bahwasanya sumber daya energi tak terbarukan sangat terbatas. [1]
- PP No. 79 Th 2014, Kebijakan Energi Nasional (KEN). mengharapkan bauran energi terbarukan setidaknya 23 persen pada tahun 2023 dan 31 persen pada tahun 2050.[1]
- kebijakan KEN diperjelas dalam PerPres No 22 Th 2017, Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). yang mengelola standar energi nasional hingga 2050.[1]
- PerPres Nomor: 112 Tahun 2022, Percepatan Pengembangan EBT. menyediakan Listrik, dengan tujuan mempercepat pengembangan EBT di Indonesia. [1]

Dalam upaya transisi energi secepatnya, bentuk pemanfaatan energi paling berpotensi di Indonesia adalah pemanfaatan energi matahari dengan solar-panel. Solar panel merupakan perangkat elektronik yang terdiri dari banyak sel fotovoltaik (PV) berbahan semikonduktor, seperti silikon, yang mampu menghasilkan arus listrik apabila menerima sinar matahari. Di Indonesia sendiri, pembangkit listrik energi matahari disebut PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Matahari). Pemanfaatan energi matahari dan angin di Indonesia sudah cukup populer dan bahkan Indonesia mempunyai pembangkit energi tenaga matahari terbesar se-Asia tenggara yaitu PLTS Apung Cirata.

Meski demikian PLTS yang memanfaatkan energi alam memiliki satu masalah utama dimana sangat tergantung pada kondisi alam itu sendiri. Seperti halnya PLTS yang tergantung pada energi matahari dan tidak bisa beroperasi pada malam hari. Mengakali hal tersebut dikenal istilah *Off-Grid* dan *On-Grid*. Sistem *Off-Grid*, atau sering disebut juga sistem mandiri, adalah suatu sistem pembangkit

daya yang tidak dihubungkan dalam sistem jaringan listrik utama atau PLN. Dalam sistem ini, energi yang dihasilkan oleh pembangkit, seperti panel surya atau turbin angin, disimpan dalam bank baterai untuk digunakan saat dibutuhkan atau sebagai persediaan darurat. Sedangkan *On-Grid* adalah kebalikan dimana sistem pembangkit daya digridkan dengan jaringan listrik utama.

Dalam instalasi sebuah PLTS, dibutuhkan perhitungan dan analisis terlebih dahulu. Mulai dari potensi matahari, jumlah total beban, dan lain sebagainya. Hal ini adalah untuk memaksimalkan kinerja PLTS dan untuk mempermudah instalasi itu sendiri. Biasanya untuk melihat lebih detail unjuk kerja PLTS itu sendiri terhadap beban, dilakukan simulasi dengan software tertentu, salah satunya adalah dengan menggunakan aplikasi MATLAB. MATLAB, yang pertama kali dikembangkan oleh MathWorks pada tahun 1984, adalah program perangkat lunak yang banyak digunakan dalam pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan pemrograman dan operasi numerik. MATLAB biasanya dapat digunakan untuk statistik, pengendalian sistem, pengolahan sinyal, optimisasi, dan simulasi jaringan listrik.

Ada banyak penelitian yang membahas tentang PLTS ini. salah satunya dalam penelitian yang dilakukan oleh Ryan Rezky Ramadhana, Muh. Iqbal M, Abdul Hafid, dan Adriani tentang “**ANALISIS PLTS ON GRID**” tahun 2022. Dalam penelitian ini diperoleh input inverter adalah 0.106 kWh per hari dan outputnya adalah 0,073 kWh per hari. Selain itu, besar daya PLN sebelum sinkronisasi grid inverter adalah 0,351 kWh per hari, tetapi kemudian turun atau menghemat 0.272 KWh per hari, sehingga ada penghematan sebesar 0,079 kWh per hari.[2]

Penelitian lainnya, tentang “**Analisis Efisiensi Inverter pada Grid-Connected 50 KWp Unpam Viktor**” tahun 2022, yang dilakukan oleh Woro Agus Nurtiyanto, Perani Rosyani, Lili Solihin, dan Wiji Prayogo. Penelitian ini menilai efisiensi *inverter* 50 kWp di Universitas Pamulang. Hasil menunjukkan efisiensi maksimal 98,4%, sedikit di bawah spesifikasi pabrik (98,7%), dengan rata-rata efisiensi 96,9%. Peningkatan arus input dan output cenderung menurunkan efisiensi, dan pengukuran arus serta tegangan sesuai dengan

karakteristik umum panel surya.[3]

Kemudian penelitian berikutnya tentang ***“Studi Performance PLTS Rooftop 3kwp Frameless with On-Grid System Di Lingkungan Perumahan Kori Nuansa Jimbaran”*** tahun 2022, oleh Gede Agus Ryzky Martha, Ida Ayu Dwi Giriantari, dan I Wayan Sukerayasa. Penelitian ini menunjukkan bahwa panel surya yang dipasang di rumah tersebut bekerja dengan baik dan efisien. Meskipun sudut kemiringan panel belum optimal, panel surya ini tetap mampu memproduksi jumlah energi yang cukup untuk penggunaan rumah tangga. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan panel surya di rumah merupakan langkah yang tepat untuk memanfaatkan energi matahari dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil.[4]

Penelitian ***“Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Laboratorium Teknik UMSU Menggunakan Simulasi PVSyst”*** tahun 2023 yang dilakukan oleh Muhammad Fitra Zambak, Kurniawan Lubis, dan Ade Faisal. Penelitian ini merancang sistem PLTS untuk laboratorium teknik UMSU. Simulasi PVSyst menunjukkan intensitas matahari di lokasi adalah 4.5 kWh/m²/hari, sementara kebutuhan listrik laboratorium mencapai 36 kWh/hari. Berdasarkan data ini, diperlukan PLTS berkapasitas 13.44 kWp. Simulasi HelioScope menunjukkan atap laboratorium mampu menampung PLTS hingga 99 kWp. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis terkait desain dan kapasitas PLTS yang sesuai untuk laboratorium.[5]

Penelitian lainnya, tentang ***“ANALISIS KETERSEDIAAN SISTEM PEMBANGKIT BERBASISAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)”*** yang dilakukan oleh Herki Desrizal dan Iswadi Hasyim Rosma tahun 2018. Penelitian ini menggunakan simulasi HOMER untuk menganalisis potensi penggunaan energi angin serta matahari menjadi alternatif pembangkit energi listrik di Pekanbaru. Hasil simulasi menunjukkan bahwa energi surya menghasilkan daya puncak sebesar 3,86 kW pada pukul 12.00, sementara energi angin menghasilkan daya puncak 3,79 kW pada pukul 16.00. Penelitian juga merancang sistem PLTB dan PLTS yang paling optimal dari segi biaya dan

efisiensi energi.[6]

Tidak seperti generator dan turbin, tegangan yang dihasilkan oleh panel surya, adalah tegangan jenis DC (*Direct Current*) yakni jenis tegangan listrik yang arahnya tetap atau stabil sepanjang waktu. Namun demikian dalam penggunaan listrik seperti misalnya dalam rumah tangga dibutuhkan juga tegangan berjenis AC (*Alternating Current*), kebalikan dari tegangan DC. Oleh karena itu maka, digunakan alat yang populer dengan sebutan *Inverter*, yaitu peralatan yang mampu mengubah tagangan DC ke AC.

Dalam beberapa jurnal yang disebutkan diatas dalam pengujian terhadap *inverter* itu sendiri terjadi kekurangan dalam efesiensi kerjanya. Kemudian terjadi penurunan, terutama pada hasil *output* tegangan dan arus setelah melewati *inverter*. Meskipun penurunan ini terbilang wajar, namun untuk meningkatkan efesiensi PLTS sebagai salah satu energi baru terbarukan paling menjajikan dimasa depan, maka penulis merasa perlu untuk menganalisis rangkaian PLTS dengan menggunakan *BOOST CONVERTER*, yakni koverter DC-DC yang meningkatkan tegangan sekaligus menurunkan arus, dari masukan ke keluarannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan masalah-masalah yang berhasil dirumuskan berdasarkan pada latar belakang diatas:

1. Bagaimana menentukan kebutuhan kapasitas PLTS yang ideal untuk dapat menyuplai kebutuhan beban listrik rumah tangga secara efisien?
2. Bagaimana memodelkan dan mensimulasikan kinerja sistem photovoltaic yang dilengkapi dengan *boost converter* dan *inverter* menggunakan perangkat lunak Matlab/Simulink, serta bagaimana peran *boost converter* dalam menaikkan tegangan pada sistem?
3. Bagaimana menentukan nilai optimal dari parameter listrik yang dapat diukur pada sisi keluaran sistem photovoltaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, fokus yang menjadi tujuan bahasan penulis, adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kebutuhan PLTS untuk dapat mensuplai kebutuhan beban listrik rumah tangga.
2. Membuat pemodelan serta simulasi photovoltaic dengan *boost converter* dan *inverter* berbasis Matlab/Simulink serta mengidentifikasi fungsi *boost converter* dalam menaikkan tegangan pada sistem.
3. Menentukan besar parameter listrik, meliputi daya (aktif, reaktif, dan sesungguhnya), tegangan, arus, frekuensi, dan faktor daya yang dapat diukur pada sisi keluaran dari sistem.

1.4 Batasan Masalah

Penulis menetapkan sejumlah batasan dalam pelaksanaan penelitian, yakni sebagai berikut;

1. Beban uji merupakan beban listrik AC 220V satu fasa rumah tangga, yang berlokasi di Samarinda, Kalimantan Timur
2. Sistem yang digunakan merupakan sistem *On-Grid* atau terhubung ke jaringan PLN.
3. Sistem PLTS tidak menggunakan tambahan *energy storage* seperti baterai.
4. Menggunakan *boost converter* dan *inverter* dalam pemodelan dan berbasis software Matlab/Simulink.
5. Simulasi Matlab/Simulink berdasarkan data iradiasi matahari *running* dalam rentang waktu 24 jam.
6. Penelitian ini tidak membahas kualitas daya, rugi-rugi pada sistem, aliran daya, aspek teknis dan aspek ekonomis.

1.5 Manfaat Penelitian

Besar harapan penulis dalam penelitian ini untuk berjalan baik, sehingga mampu bermanfaat terutama dalam;

1. Meningkatkan kinerja PLTS secara optimal yang terhubung ke grid melalui *boost converter* dan *inverter*.

2. Menjadi bahan pertimbangan baik siapapun yang tertarik dengan topik pembahasan yang serupa.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan penelitian *Library research* atau kepustakaan dan penelitian kuantitatif, dengan daftar tahapan yang akan dilaksanakan sebagai berikut;

- 1) Identifikasi Masalah: melakukan identifikasi secara detail masalah dan tujuan penelitian tentang Manajemen energi listrik dari *photovoltaic* terkhusus pada sistem *on-grid*.
- 2) Studi Literatur: Mencari serta mengumpulkan semua informasi yang berhubungan dengan analisis manajemen energi listrik dalam sistem *on-grid* dari berbagai sumber.
- 3) Pengumpulan Data: Mengumpulkan berbagai data yang berkaitan dengan sistem PLTS, pemodelan-pemodelan serta uji simulasi sistem PLTS, Simulasi *simulink/matlab*, dan pemasangan atau instalasi PLTS rumahan.
- 4) Analisis Data: Mengumpulkan berbagai data, pemodelan serta data uji simulasi yang telah didapatkan, dan melakukan analisis, guna memenuhi tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.
- 5) Validasi dan verifikasi: Memvalidasi dan memverifikasi hasil analisis yang telah dimodelkan dan disimulasi dengan Matlab/Simulink kesesuaiannya dengan pemenuhan kebutuhan beban.
- 6) Penyimpulan: membuat kesimpulan tentang temuan penelitian dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan.

1.7 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan yang dapat diuraikan secara singkat pada sistematika pembahasan sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini membahas latar belakang serta rumusan masalah penelitian, tujuan dan juga manfaat, serta metodologi penelitian, batasan dan sistematika penulisan.

Yang memberikan pemaparan secara umum mengenai mengenai pokok pembahasan pada penelitian ini.

Bab II : Landasan Teori

Pada bab ini membahas tentang teori-teori dasar untuk mendukung penulisan dan penyusunan skripsi ini. Teori-teori tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. pengertian serta cara kerja panel surya.
2. Sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan atau *Grid-system*.
3. Teori *boost converter*.
4. Teori *inverter*.
5. Bagaimana pemodelan dan simulasi *photovoltaicon-grid* menggunakan *boost converter* dan *inverter* berbasis Matlab/Simulink.

Bab III: Metodologi Penelitian

Bagian bab ini membahas metode sistematis untuk menganalisis data untuk menguraikan masalah penelitian. Metode seperti studi literatur, pengumpulan data, analisis data, dan simulasi digunakan dalam hal ini.

Bab IV: Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini memaparkan tentang hasil penelitian dan melakukan pembahasan mendalam dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan penelitian.

Bab V: Kesimpulan dan Saran

Hasil analisis dan interpretasi data penelitian dibahas dalam bab ini. Namun, saran dapat mencakup saran untuk pengembangan lebih lanjut, atau bagaimana temuan peneliti dapat digunakan didalam praktik. Saran juga dapat mencakup rekomendasi untuk peneliti berikutnya atau bagaimana temuan dapat diterapkan untuk bidang yang lebih relevan.