

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan negara manapun dari segi ekonomi atau pembangunan didorong oleh sumber energinya. Efek industri dan pemanasan global telah menyebabkan menipisnya sumber energi tak terbarukan. Semua negara sedang mencari sumber energi alternatif pengganti energi konvensional [1]. Sumber energi terbarukan menyediakan energi bersih dengan pengoptimalan yang efektif. Dibandingkan sumber energi terbarukan lainnya, sistem energi tenaga surya sudah lebih berkembang di seluruh dunia dan mudah diakses [2]. Sistem energi surya sudah menjadi sumber pembangkit listrik di masa depan dengan manfaat yang menjanjikan, seperti minimal biaya perawatan, tidak menyebabkan kebisingan, dan bebas polusi karena karakteristik ramah lingkungan. Meskipun memiliki banyak kelebihan, energi surya juga masih memiliki kekurangan dalam penggunaannya, seperti performa energi rendah, biaya awal pembangunan yang masih tergolong tinggi, dan bergantung pada kondisi cuaca tertentu [3].

Salah satu sistem teknologi yang cukup menjanjikan dalam pemanfaatan sistem energi surya adalah sistem *Photovoltaic* (PV), dilihat dari beberapa tahun kebelakang perkembangan tergolong besar dibandingkan dengan jenis sumber energi terbarukan lainnya [4]. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan sebelum memasang sistem *Photovoltaic*, seperti jenis PV serta spesifikasinya, model matematis modul PV, sistem penyimpanan (baterai), kondisi cuaca pada lingkungan pembangunan, dll. Diusulkan strategi kontrol manajemen daya sistem *hybrid PV – Battery Energy Storage* (BES) mandiri, untuk mengatasi masalah sumber energi surya yang bersifat tidak stabil [5]. Pada [6], jenis baterai yang digunakan adalah *Lead Acid* karena memiliki keunggulan seperti bebas perawatan, harga relatif murah, *discharging* mampu mencapai 80% dari kapasitas, dan tingkat keamanan penggunaan baterai ini lebih tinggi dibanding baterai jenis lain. Namun baterai *Lead Acid* memiliki kekurangan, yaitu masa pakai (*life-time*) yang pendek. Akan semakin

berdampak jika baterai sering diisi menggunakan arus tinggi dan melebihi kapasitasnya. Sehingga, diperlukan metode kontrol untuk menjaga aliran daya dan arus pengisian, serta memperhatikan *State of Charge* (SoC) agar dapat menjaga masa pakai baterai. Dalam [7], sistem PV surya memiliki kapasitas tertinggi dengan 55%, kemudian terdapat tenaga angin sekitar 28%, dan juga sistem tenaga air dengan angka 11%. Perkembangan teknologi kali ini sangat memberikan dampak dan peluang yang sangat baik guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya sistem. Guna mengatasi arus keluaran PV yang tidak diinginkan, perlu penambahan komponen seperti, konverter DC/DC antara panel PV, sistem penyimpanan baterai, dan kebutuhan beban listrik, yang berpotensi untuk mengendalikan MPPT. Berbagai metode optimasi MPPT telah disajikan dan siap digunakan termasuk topologi konverter yang berbeda, untuk menyediakan referensi demi meningkatkan teknologi PV.

Berbagai penelitian terdahulu yang telah membahas strategi kontrol antara PV dan baterai. Dalam [8], mengevaluasi algoritma *Pertube and Observe* dan *Incremental Conductance* untuk mengetahui yang mana lebih optimal jika diterapkan pada MPPT. Algoritma P&O memiliki struktur sederhana, mudah diterapkan, biaya rendah, kemungkinan dalam memperkenalkan perbaikan dan jga dapat menghasilkan efisiensi tingkat atas. Sedangkan dalam algoritma INC, membutuhkan lebih banyak komputasi dalam pengontrolannya, namun dapat melacak perubahan kondisi lebih cepat dari algoritma P&O. kemudian [9], mengusulkan sistem *hybrid* PV-Baterai dengan satu konverter daya tiga port terintegrasi guna menyelidiki kinerja sistem yang optimal. Strategi kontrol dan manajemen energi disesuaikan untuk keseimbangan daya antara tiga port dengan skenario operasi yang berbeda, mempertimbangkan MPPT dan manajemen pengisian/pengosongan baterai. Skema kontrol sederhana dalam [10], pengoperasian sistem *hybrid* dapat dipastikan kelancarannya. Kontrol atas arus pengisian dan pengosongan dipastikan dengan skema kontrol *multiloop*. Dua pengontrol PI *multiloop*, ini melibatkan penggunaan dua *loop* umpan balik, yaitu *loop* luar (kontrol tegangan) dan *loop* dalam (kontrol arus). Untuk menghasilkan sinyal *error*, kontrol tegangan dilakukan dengan membandingkan tegangan output

dan tegangan referensi. Sedangkan kontrol arus dicapai dengan membandingkan arus induktor dan arus referensi yang dihasilkan oleh pengontrol PI *loop* luar.

Dalam [11], algoritma P&O-*Fuzzy* adalah konversi dari *Perturb and Observe* konvensional guna menaikkan efisiensi PV. Karena P&O memiliki kelemahan pada osilasi saat *steady state* dan kesalahan jejak titik daya maksimum ketika iradiasi mengalami perubahan dengan cepat. Melihat pada proses pengujian dan implementasinya di perangkat keras, P&O konvensional mempunyai rata-rata efisiensi sebesar 85.03% sedangkan modifikasi pencarian titik daya maksimum dengan algoritma tersebut, efisiensi pada pelacakan MPP dapat meningkat sebesar 89.67%. Membahas referensi utama kali ini [12], menggunakan tiga konverter DC-DC dasar yang terdiri dari konverter *boost*, konverter *buck*, dan konverter *full bridge*. Konverter *boost* diletakkan diantara PV dan beban, untuk mengoperasikan PV didekat MPPT. Konverter *buck* diletakkan sedemikian rupa agar kelebihan daya PV dapat dialihkan ke baterai. Pemanfaatan efektif, daya PV dikondisikan dalam satu tahap apakah akan memasok pada baterai atau beban. Konverter *buck* dan konverter *full bridge* berperan melakukan pengisian maupun pengosongan baterai.

PV dioperasikan didekat MPPT, dan ketidakpastian daya PV diatasi dengan penyimpanan baterai. Baterai menyimpan kelebihan daya dari PV saat kebutuhan beban lebih kecil, dan baterai memasok daya saat daya dari PV kurang untuk memenuhi kebutuhan beban yang lebih besar. Berbagai mode operasi mengharuskan berpindah dari satu mode ke mode lain secara mulus. Setiap mode harus berpindah secara berurutan, hal ini dapat dicapai dengan adanya zona tegangan. Bertujuan guna menghindari *overlap* atau terjadinya dua mode sekaligus.

## 1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian latar belakang diatas, permasalahan dalam penelitian ini dapat diformulasikan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang strategi kontrol Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai *Standalone* Berbasis Zona Tegangan?
2. Bagaimana mengoperasikan dan mengoptimalkan manajemen daya dari strategi kontrol tersebut?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian terhadap Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai *Standalone* Berbasis Zona Tegangan sebagai berikut :

3. Merancang strategi kontrol Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai *Standalone* Berbasis Zona Tegangan?
4. Mengoperasikan dan mengoptimalkan manajemen daya dari strategi kontrol tersebut?

## 1.4 Batasan Penelitian

Batasan yang terdapat dalam kajian ini mencakup sebagai berikut :

1. Penelitian ini memfokuskan hasil operasi strategi kontrol bekerja tanpa adanya fase *overlap*.
2. Penelitian ini memfokuskan sistem kontrol PI tegangan.
3. Penelitian ini memfokuskan strategi kontrol dengan konverter *boost* dan konverter *buck*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Kegunaan yang diinginkan bahwa temuan dari hasil penelitian ini bisa menjadi landasan pertimbangan bagi pihak instansi dalam pengembangan perancangan sistem kontrol Manajemen Daya Pada Sistem PV-Baterai *Standalone* Berbasis Zona Tegangan sehingga dapat menemukan sistem kontrol yang lebih optimal lagi.

## 1.6 Sistematikan Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman secara singkat dari penelitian pembagian kegiatan ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian, termasuk :

## **BAB I : PENDAHULUAN**

Pengantar berisikan tentang penjelasan alasan pemilihan judul atau konteks awal, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur penulisan.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bagian ini, mengulas tentang beberapa konsep atau prinsip yang diterapkan untuk sumber referensi dalam penelitian ini. Prinsip yang diterapkan dalam rangka penelitian ini yaitu sistem *Photovoltaic* (PV), metode optimasi MPPT, topologi konverter, serta sistem pengontrolan PI *multiloop*.

## **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bagian ini memuat desain diagram blok sistem secara menyeluruh yang dijelaskan dalam bab ini, mulai dari blok diagram sistem PV-Baterai *Standalone*, sistem konverter, serta sistem pengontrolan PI *multiloop*.

## **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dibagian ini terdapat temuan dan analisa yang akan membahas hasil pengujian dari model yang telah disusun dan diuji untuk memahami hasil serta perbandingannya dengan penelitian sebelumnya.

## **BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini merinci kesimpulan yang diperoleh dari hasil simulasi dan evaluasi, sementara rekomendasi berupa kontribusi untuk pengembangan studi mendatang.