

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PLTS atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sistem yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek *photovoltaic* [1]. PV terbukti mampu menghasilkan energi listrik secara bersih dan efisien. Dengan teknologi yang semakin berkembang dan biaya produksi yang terus turun, *photovoltaic* kian menjadi pilihan listrik ramah lingkungan terhadap sumber energi konvensional yang semakin langka dan mahal. Namun, hal ini justru menimbulkan masalah baru dengan intensitas cahaya matahari dan perubahan suhu yang dapat mempengaruhi efisiensi pembangkit. Untuk memastikan PV *cell* beroperasi secara efisien dan kualitas daya yang baik dalam kondisi iklim yang berubah, untuk mencapai daya maksimum dari PV memerlukan mekanisme yang tepat, yang dianggap sebagai *maximum power point tracking* (MPPT). MPPT dapat meningkatkan efisiensi dan masa pakai modul PV. Teknologi MPPT sangat penting untuk memastikan energi matahari yang tersedia dimanfaatkan secara maksimum [2].

Sistem MPPT berupa rangkaian DC-DC *Converter* dengan MPPT *controller* atau algoritma. DC-DC *Converter* dikategorikan menjadi *isolated* dan *non-isolated converter*. Yang terjadi adalah DC-DC *converter* ini sering bermasalah dengan arus pendek, arus bocor yang sering membuat tersetrum dan sejenisnya. Biasanya, masalah tersebut hanya terjadi pada *non-isolated converter*. Beberapa di antaranya adalah *push-pull*, *fly-back*, dan sejenisnya. Di mana, *flyback converter* merupakan yang paling disukai pada pengaplikasian tegangan rendah. Berdasarkan jumlah komponennya yang tidak terlalu banyak dan mudah untuk dikontrol atau dikendalikan [3]. *Flyback converter* ini terbilang sederhana karena pengaplikasian filter *output* dengan satu buah sakelar semikonduktor dan satu komponen magnetik, tanpa menggunakan induktor. Beberapa kelebihan yang dimiliki *Flyback converter* antara lain : Desain transformator frekuensi tinggi yang sederhana untuk aplikasi daya rendah; Biaya yang rendah; Ketiadaan *blocking* pada dioda *output*, sehingga mengurangi pembiayaan untuk penggantian dioda, Tidak

adanya induktor pada bagian *output*, menyederhanakan penggunaan *output* sehingga memberikan respons yang lebih cepat [4].

Beberapa penelitian yang menggunakan *Model Predictive Control* untuk sistem PV memasang *multilevel boost converter* yang bermaksud meningkatkan efisiensi dengan faktor perubahan cuaca dan kondisi lingkungan menunjukkan bahwa MLBC mampu meningkatkan tegangan secara signifikan dibandingkan dengan *boost converter* biasa, sehingga lebih sesuai untuk diaplikasikan pada PV dengan tegangan keluaran yang tinggi. Adanya kapasitor dan dioda tambahan juga terhitung mampu mengurangi rugi daya. Namun, penggunaan kapasitor dan dioda yang tidak ideal justru akan mengganggu performa yang dapat menyebabkan tegangan keluaran menjadi tidak stabil. Selain itu, MLBC sendiri sangat bergantung pada *Equivalent Series Resistance* (ESR), hal ini menjadi salah satu faktor yang akan meningkatkan biaya dan ukuran dimensi dari sistem [2]. Sementara pada penelitian yang mencoba menggunakan *Fuzzy* sebagai kontroler *Flyback Converter* menunjukkan bahwa setiap variasi beban pada konverter akan memengaruhi nilai keluarannya. Sehingga diperlukan pemilihan kontroler yang dapat memberikan respons dinamis dan sigap [3].

Adapun *SEPIC Converter* yang diuji dalam membandingkan dampak dari berbagai *input* filter. *SEPIC Converter* dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan tegangan keluaran yang bisa lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan *input*, tidak seperti *boost converter* yang hanya bisa meningkatkan tegangan. *SEPIC Converter* juga memiliki *ripple* arus *input* yang lebih rendah dibandingkan *boost converter* karena komponennya yang menggunakan dua induktor. Namun, penggunaan dua induktor dan adanya kapasitor kopling justru mengakibatkan rugi daya yang lebih tinggi dan dapat mengakibatkan efisiensi yang lebih rendah dari *boost converter* pada beberapa kondisi. Saklar MOSFET pada *SEPIC Converter* juga menghadapi stres tegangan yang tinggi karena ia harus menahan tegangan yang lebih besar. Penggunaan MOSFET dengan *rating* tegangan tinggi tentunya dapat meningkatkan biaya[5]. Kemudian penelitian yang membahas *Multiphase Bidirectional Flyback Converter* yang dirancang khusus untuk *hybrid electric vehicles* yang mampu mengalirkan daya dua arah. Konverter didesain *multiphase* agar dapat mendistribusikan arus dengan lebih baik sekaligus

mengurangi *ripple* tegangan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi stres pada baterai EV. *Flyback converter* dipilih karena isolasi galvaniknya yang dapat menjamin peningkatan keamanan pada sistem. Namun, *flyback converter* memang lebih sesuai jika diaplikasikan pada daya rendah. Sehingga, untuk penggunaan di atas 5 kW, *bidirectional buck-boost* atau *isolated dual active bridge* lebih efisien [6].

Penelitian lain menyebutkan penggunaan elemen *controller* pada sistem IASL (*Interleaved Active Switched Inductor*) yang dihubungkan dengan ZVS atau *Zero Voltage Switching* pada Elemen *controller* untuk mengatur tegangan *output* disimulasikan dengan tanpa *controller*, kontrol PI dan kontrol *fuzzy*. Pada simulasi menunjukkan lama waktu yang diperlukan untuk naik selama 2.31 detik pada percobaan tanpa kontroler, 2.43 detik pada percobaan dengan kontrol PI dan 0.0041 detik pada percobaan dengan FLC. FLC juga mencapai waktu *settle* lebih singkat yaitu selama 0.0057 detik dan menghasilkan persentase *overshoot* 0.5%. Hasil yang diperoleh melalui simulasi tersebut menunjukkan peningkatan tegangan *output* ke 400V dengan penguatan 37.5% lebih banyak daripada *boost converter*; mengurangi nilai tegangan pada *switch* dan dioda sebesar 37.5% dan nilai arus pada *switch* dan dioda sebesar 68.75%; mengurangi nilai induktor menjadi seperempat nilai awal arus; meningkat efisiensi sebesar 10% dengan *soft switching* [7].

Dengan memperhatikan temuan dari penelitian tentang modifikasi ASL menjadi IASL dengan penambahan *soft-switching* ZVS [7], penelitian terkait *Bidirectional Flyback Converter* (BFC) dengan *Sliding Mode Controller* (SMC) untuk diaplikasikan pada *Hybrid EVs* (*Electric Vehicle*) menunjukkan perbedaan hasil terkait penggunaan tiga jenis kontrol berbeda. Penggunaan FLC dengan parameter tegangan 400 V dan arus 4 A membutuhkan waktu untuk *settle* selama 0.01 s. Hasil simulasi ini menunjukkan penggunaan FLC lebih cepat jika dibandingkan kontrol GA-PID dengan parameter yang sama, membutuhkan waktu selama 0.012. Namun tidak lebih baik jika dibandingkan dengan SMC yang membutuhkan waktu 0.007 s untuk mencapai *steady-state* [6]. Menyusul hasil penelitian sebelumnya yang berfokus pada penambahan filter, *ripple voltage* yang ada pada konverter SEPIC dengan penambahan filter LCL, LC, dan C menunjukkan hasil yang berbeda. Untuk percobaan menggunakan sumber DC, Filter LC

memberikan karakteristik arus *input* yang lebih baik tanpa *ripple* dan *noise* yang sedikit. Sangat berbeda jauh dengan penggunaan filter C yang tidak memengaruhi *noise* sedikitpun. Namun, jika dibandingkan dengan filter LCL, filter LCL menghasilkan arus *input* dengan *ripple* yang lebih rendah. Pada penggunaan sumber dari PV, filter LC memiliki *ripple* arus yang lebih rendah jika dibandingkan dengan filter LCL dan filter C. Walaupun efisiensi lebih tinggi pada penggunaan filter LCL sebesar 88%. Sebagai perbandingan, simulasi dengan menggunakan DC sebagai sumber daya menunjukkan *ripple* pada induktor *input* filter LCL 0.139 A. Untuk filter LC, *ripple* pada induktor *input* 0.362 A. *Ripple* pada induktor *input* dengan filter C 1.676 A. Disimpulkan bahwa *ripple* arus yang diperoleh oleh filter LC tidak lebih baik dibandingkan yang diperoleh filter LCL, namun termasuk lebih baik jika dibandingkan dengan perolehan filter C [5].

Dengan mempertimbangkan temuan dari berbagai penelitian yang telah dijabarkan, terlihat bahwa dari berbagai percobaan pada DC-DC Converter telah berhasil untuk menekan *ripple* arus. Namun, DC-DC Converter yang digunakan dalam penelitian tersebut merupakan DC converter yang menggunakan induktor sebagai salah satu komponen pembangunnya. Dengan menggabungkan hasil dari penelitian terkait pengaplikasian LC filter pada SEPIC Converter dan penggunaan SMC pada Bidirectional Flyback Converter dengan penggunaan FLC sebagai pembanding, penulis berharap dapat menghasilkan temuan baru. Dengan modifikasi menggunakan flyback converter yang akan ditambahkan LC filter yang memiliki kemampuan untuk menipiskan sinyal frekuensi tinggi dengan kuat, dan mengizinkan atau membiarkan sinyal frekuensi rendah untuk lewat. Sehingga dapat menekan *ripple* arus pada flyback converter yang tidak memiliki induktor. Percobaan ini akan menggunakan FLC sebagai kontrol untuk melakukan tuning pada tegangan. Andil yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebuah skema baru pada flyback converter yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus dan masa pakai PV yang lebih lama dengan kapasitas kerja kapasitor yang tidak terlalu berat akibat penambahan LC filter.

1.2 Rumusan-Masalah

Permasalahan yang akan ditinjau berdasarkan pemaparan pada bagian latar belakang, dapat dirumuskan sebagai :

1. Bagaimana merancang desain MPPT menggunakan *flyback converter* berbasis *fuzzy*?
2. Bagaimana menguji hasil kinerja dari desain MPPT menggunakan *flyback converter* berbasis *fuzzy*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian penulis selaras dengan latar belakang serta rumusan masalah, yaitu :

1. Untuk menghasilkan desain MPPT yang berbeda dari penelitian sebelumnya;
2. Untuk mengetahui unjuk kerja MPPT dengan *flyback converter* berbasis *fuzzy*.

1.4 Batasan Penelitian

Beberapa batasan dalam penelitian ini, di antaranya :

1. Pemanfaatan software MATLAB Simulink untuk pemodelan dan simulasi;
2. Daya, tegangan dan arus listrik sebagai variable yang akan dianalisa. Dan diikuti dengan analisa *ripple* keluaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan :

1. Penelitian ini dapat menambah wawasan tentang apa saja yang perlu diperhatikan dalam pembangkitan energi listrik berbasis PV.
2. Penelitian ini memberikan inovasi baru dengan mendapatkan *ripple* yang rendah dari *flyback converter* dengan pengaplikasian LC Filter berbasis *fuzzy*
3. Bagi penulis, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sarana yang berguna dalam mengimplementasikan hasil studi selama di perguruan tinggi.
4. Penulis juga berharap, penelitian ini dapat menjadi kontribusi referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan menjelaskan dan menguraikan beberapa topik yang relevan, seperti latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan manfaat dari penelitian tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian tinjauan pustaka memaparkan teori penelitian yang diperoleh untuk kemudian dijadikan dasar landasan dari penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan skema penelitian serta metode yang diimplementasikan. Termasuk menguraikan hal-hal yang diaplikasikan dan digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menyajikan hasil penelitian/simulasi yang dipaparkan dalam bentuk pembahasan dengan memenuhi unsur *what*, *why*, dan *what else*.

BAB V PENUTUP

Pada bagian ini memberikan kesimpulan yang merangkum desain simulasi dan pengujian berdasarkan hasil yang diperoleh. Dan memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut.