

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tegangan tinggi searah (DC) merupakan salah satu kebutuhan penting dalam berbagai bidang teknologi, mulai dari pengujian isolasi peralatan listrik, sistem pengendap elektrostatis, peralatan medis seperti tabung sinar-X, hingga aplikasi penelitian di laboratorium tegangan tinggi. Perkembangan teknologi yang semakin pesat mendorong kebutuhan akan sumber tegangan tinggi DC yang kompak, efisien, dan dapat dirancang sesuai kebutuhan spesifik, sehingga diperlukan upaya perancangan sistem pembangkit tegangan tinggi DC yang dapat dibangun dengan komponen yang mudah diperoleh dan berbiaya rendah [1].

Transformator *flyback* merupakan salah satu komponen utama dalam pembangkit tegangan tinggi berskala kecil yang banyak digunakan dalam aplikasi laboratorium maupun industri ringan. Komponen ini bekerja berdasarkan prinsip konversi energi magnetik yang tersimpan dalam inti ferrit, di mana energi diakumulasi selama fase konduksi sakelar dan dilepaskan ke sisi sekunder saat sakelar terbuka. Hal ini memungkinkan transformator *flyback* menghasilkan tegangan keluaran yang jauh lebih tinggi dibandingkan tegangan masukannya dengan konstruksi yang relatif sederhana dan kompak. Kemampuan ini menjadikannya pilihan yang efisien untuk aplikasi yang membutuhkan tegangan tinggi dengan daya relatif rendah hingga menengah [2].

Salah satu parameter desain yang sangat menentukan kinerja transformator *flyback* adalah jumlah lilitan pada kumparan primer (*primary winding*). Jumlah lilitan primer berpengaruh langsung terhadap induktansi primer, pola penyimpanan energi magnetik, serta rasio transformasi tegangan antara sisi primer dan sekunder. Semakin banyak lilitan primer, maka induktansi primer akan meningkat sehingga energi yang dapat disimpan per siklus juga berubah, namun pada saat yang sama juga mempengaruhi frekuensi resonansi dan efisiensi konversi daya secara keseluruhan. Dengan demikian, variasi jumlah lilitan primer memberikan dampak yang signifikan terhadap nilai tegangan tinggi DC yang dihasilkan [3].

Mengenai rancang bangun pembangkit tegangan tinggi DC menggunakan transformator *flyback*, diperoleh tegangan keluaran sebesar 15 kV dengan menggunakan driver *Zero Voltage Switching* (ZVS) dan tegangan masukan 12 V DC. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi lilitan primer berpengaruh terhadap stabilitas keluaran tegangan tinggi yang dihasilkan. Namun, studi tersebut belum secara sistematis mengkaji pengaruh variasi jumlah lilitan primer terhadap karakteristik tegangan keluaran secara menyeluruh [4].

Menggunakan modul *flyback* dari televisi tabung (CRT) yang dimodifikasi dengan penambahan rangkaian driver berbasis MOSFET berhasil menghasilkan tegangan tinggi DC hingga 20 kV. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jumlah lilitan primer yang tepat dapat meningkatkan efisiensi energi dan stabilitas tegangan keluaran, namun belum dilakukan pengujian sistematis dengan variasi jumlah lilitan primer yang bervariasi secara terukur [5].

Berdasarkan kajian – kajian di atas, masih terdapat celah penelitian mengenai pengaruh variasi jumlah lilitan primer transformator *flyback* terhadap karakteristik tegangan tinggi DC yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini penulis merancang dan membangun sistem pembangkit tegangan tinggi DC berbasis transformator *flyback* dengan melakukan variasi jumlah lilitan primer secara terstruktur. Sistem ini menggunakan driver ZVS (*Zero Voltage Switching*) sebagai rangkaian penggerak dan diode tegangan tinggi sebagai penyearah keluaran transformator *flyback* guna mendapatkan tegangan DC.

Untuk memenuhi kebutuhan penyelesaian permasalahan dan kajian di atas, penulis menyusun Tugas Akhir dengan judul: **"RANCANG BANGUN SISTEM PEMBANGKIT TEGANGAN TINGGI DC BERBASIS TRANSFORMATOR FLYBACK DENGAN VARIASI LILITAN PRIMER"**. Hasil dari perancangan ini diharapkan dapat memberikan referensi ilmiah mengenai pengaruh variasi lilitan primer terhadap karakteristik keluaran tegangan tinggi DC yang dihasilkan oleh transformator *flyback*, sehingga dapat diaplikasikan pada berbagai kebutuhan pembangkit tegangan tinggi skala laboratorium.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, maka didapatkan perumusan masalah dalam perancangan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kerja rangkaian sistem pembangkit tegangan tinggi DC berbasis transformator *flyback* dengan driver ZVS dalam menghasilkan tegangan tinggi DC?
2. Bagaimana pengaruh variasi jumlah lilitan primer terhadap nilai tegangan keluaran tinggi DC yang dihasilkan oleh transformator *flyback*?
3. Berapa nilai tegangan keluaran DC tertinggi yang dapat dihasilkan oleh sistem pembangkit tegangan tinggi pada setiap variasi lilitan primer?
4. Bagaimana tingkat efisiensi daya sistem pembangkit tegangan tinggi DC ini pada masing – masing variasi lilitan primer?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui dan memahami cara kerja rangkaian sistem pembangkit tegangan tinggi DC berbasis transformator *flyback* dengan driver ZVS.
2. Menganalisis pengaruh variasi jumlah lilitan primer transformator *flyback* terhadap nilai tegangan keluaran tinggi DC yang dihasilkan.
3. Mendapatkan konfigurasi jumlah lilitan primer transformator *flyback* yang menghasilkan tegangan keluaran DC tertinggi dan paling stabil.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terdapat beberapa manfaat baik bagi penyusun maupun bagi pembaca yaitu sebagai berikut:

1.4.1 Bagi Penyusun

1. Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan ilmu terapan teknik listrik industri khususnya di bidang elektronika daya dan tegangan tinggi.
2. Mampu berkontribusi dalam merancang dan membangun sistem pembangkit tegangan tinggi DC berbasis transformator *flyback* untuk keperluan laboratorium.

3. Meningkatkan *softskill* maupun *hardskill* selama penyusunan dan perancangan Tugas Akhir di bidang komunikasi, etika, dan keterampilan.

1.4.2 Bagi Pembaca

Dapat menjadi referensi bacaan dan informasi tambahan di bidang ilmu teknik listrik industri terkait perancangan sistem pembangkit tegangan tinggi DC berbasis transformator *flyback* dengan variasi lilitan primer.

1.5 Batasan Masalah

Agar Tugas Akhir ini lebih terarah dan fokus, perlu ditentukan pembatasan masalah yang dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Transformator flyback yang digunakan adalah tipe BSC25-T1010A, dengan lilitan sekunder tetap menggunakan kondisi bawaan tanpa modifikasi.
2. Variasi yang dilakukan hanya pada jumlah lilitan primer, yaitu 10 dan 15 dengan konfigurasi center tap.
3. Sumber tegangan masukan yang digunakan adalah tegangan PLN 220 VAC yang dikonversi melalui SMPS menjadi tegangan DC 24 V.
4. Sumber tegangan masukan menggunakan power supply SMPS dengan tegangan tetap sebesar 24V DC dan tidak dilakukan variasi tegangan masukan.
5. Rangkaian driver yang digunakan adalah rangkaian Zero Voltage Switching dengan MOSFET IRFP260.
6. Tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sistem adalah tegangan tinggi DC, bukan tegangan tinggi AC, mengingat trafo flyback yang digunakan telah memiliki rectifier internal pada bagian sekunder. Aspek keselamatan hanya dibahas pada tingkat dasar sesuai kebutuhan pengujian laboratorium.
7. Pengukuran tegangan keluaran tinggi dilakukan menggunakan probe/alat ukur tegangan tinggi DC, bukan menggunakan multimeter standar secara langsung.
8. Lilitan yang digunakan pada transformator dibatasi menggunakan kawat tembaga berjenis AWG 20

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Dalam penulisan laporan yang baik, diperlukan sistematika penulisan. Sistematika dari penulisan laporan Tugas Akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bagian yang menjelaskan latar belakang dan rumusan-rumusan masalah yang dijadikan topik penelitian seperti potensi masalah yang dijadikan acuan untuk mengembangkan suatu judul penelitian sehingga muncul tujuan serta manfaat yang saling berkorelasi dengan latar belakangnya.

BAB II LANDASAN TEORI

Landasan teori merupakan bagian yang menjelaskan tentang teori terkait materi – materi penunjang judul Tugas Akhir di sertai dengan hasil – hasil penelitian terdahulu yang memiliki permasalahan dan belum terpecahkan secara memuaskan dan atau penelitian yang sama diterapkan dalam dimensi yang berbeda. Fakta dan data diambil dari sumber asli.

BAB III PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat merupakan bagian yang menjelaskan tentang deskripsi struktur alat yang akan dirancang seperti gambar diagram *wiring*, diagram alir dan cara kerja alat.

BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT

Proses pembuatan alat menjelaskan tentang tahapan maupun langkah – langkah pembuatan alat dari proses dari awal hingga akhir.

BAB V HASIL DAN ANALISIS

Hasil dan analisis menjelaskan tentang pengukuran dan pengujian alat dengan tujuan untuk memastikan bahwa rangkaian alat yang dibuat telah sesuai dengan apa yang direncanakan sebelumnya.

BAB VI PENUTUP

Pada bagian bab penutup berisi kesimpulan dari hasil pengujian dan pembahasan dari alat yang sudah dibuat serta saran untuk pengembangan Tugas Akhir selanjutnya.