

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda telah lama menjadi alat transportasi tradisional yang mengandalkan tenaga kayuhan pedal kaki untuk bergerak. Sepeda mampu memenuhi kebutuhan mobilitas dengan cara yang sederhana dan efisien. Namun kemajuan teknologi yang terus berkembang pesat telah mendorong evolusi sepeda konvensional menjadi sepeda listrik. Sepeda listrik merupakan sebuah inovasi modern yang menggabungkan kenyamanan, efisiensi energi, dan teknologi mutakhir. Sepeda listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama sehingga memungkinkan pengguna untuk menempuh jarak yang lebih jauh tanpa mengeluarkan banyak tenaga fisik. Dengan adanya dukungan tenaga listrik, sepeda ini menawarkan solusi ideal bagi berbagai kalangan, baik untuk kebutuhan transportasi sehari-hari maupun rekreasi. Keunggulan sepeda listrik tidak hanya terletak pada kemudahannya, tetapi juga pada kontribusinya dalam mendukung kelestarian lingkungan. Sebagai alternatif kendaraan hemat energi, sepeda listrik membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi karbon yang merupakan salah satu tantangan terbesar dalam upaya mengatasi perubahan iklim. Selain itu, penggunaan sepeda listrik dapat mengurangi polusi udara di perkotaan sehingga menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan nyaman untuk dihuni. Popularitas sepeda listrik yang terus meningkat di berbagai negara membuktikan potensinya sebagai solusi transportasi masa depan yang lebih hijau, inovatif, dan berkelanjutan. Dengan berbagai manfaat ini, sepeda listrik tidak hanya memenuhi kebutuhan mobilitas individu tetapi juga berperan sebagai bagian integral dari transisi menuju sistem transportasi yang lebih ramah lingkungan dan efisien [1] .

Sepeda listrik menjadi solusi transportasi ramah lingkungan dan efisien dengan memadukan kenyamanan berkendara serta penerapan teknologi modern. Salah satu elemen utama dalam sistemnya adalah motor sebagai penggerak roda sekaligus penghasil torsi untuk mempercepat kendaraan. Dalam implementasinya, sepeda listrik umumnya menggunakan motor DC karena kemampuannya untuk mengubah

energi listrik menjadi energi mekanik secara efisien serta memberikan kontrol kecepatan yang halus dan responsif. Selain itu, motor DC juga dapat difungsikan sebagai generator untuk mengubah energi mekanik kembali menjadi energi listrik, sehingga cocok digunakan dalam sistem regeneratif. Namun, dalam pembuatan prototipe penelitian ini, peneliti memilih menggunakan motor AC 3 fasa sebagai alternatif. Pemilihan ini didasarkan pada pertimbangan biaya, karena motor AC 3 fasa relatif lebih murah dan mudah ditemukan dibandingkan motor DC dengan spesifikasi setara. Kendati demikian, motor AC tidak dapat langsung digerakkan menggunakan sumber daya baterai DC tanpa adanya rangkaian inverter sebagai pengubah arus. Oleh karena itu, penggunaan motor AC dalam prototipe bersifat sementara dan hanya bertujuan untuk validasi konsep secara ekonomis. Nantinya, pada tahap implementasi aktual, motor DC akan digunakan karena selain dapat digerakkan langsung oleh baterai DC, motor ini juga memungkinkan untuk berfungsi ganda sebagai penggerak dan generator dalam sistem sepeda listrik. [2].

Sepeda listrik yang dikenal efisien dan bebas polusi masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena diperlukan pengembangan sepeda listrik untuk mendapatkan performa sepeda listrik yang lebih baik. Salah satu kekurangan dari sepeda listrik ada pada pengisian baterainya. Pengisian baterai sepeda listrik merupakan aspek krusial yang dapat memengaruhi kinerja dan daya tahan kendaraan. Namun, ada beberapa kekurangan yang sering ditemui dalam proses pengisian ini. Salah satunya adalah ketidakstabilan tegangan dan arus selama proses pengisian, yang dapat mengakibatkan pengisian yang tidak optimal dan berpotensi merusak baterai. Selain itu, waktu pengisian yang lama sering menjadi kendala, terutama bagi pengguna yang memerlukan kendaraan mereka siap digunakan dalam waktu singkat. Penggunaan *charger* yang tidak sesuai atau kualitas komponen yang rendah juga dapat memperburuk masalah ini, mengurangi efisiensi pengisian dan umur baterai. Dengan tantangan-tantangan ini, penting untuk mengembangkan sistem pengisian yang lebih efektif dan stabil, guna meningkatkan keandalan sepeda listrik sebagai solusi transportasi yang berkelanjutan [3].

Pengembangan sistem pengisian baterai dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengisian baterai yang berbeda dari sistem yang telah digunakan

sebelumnya. Sistem pengisian yang ada saat ini seringkali tidak dilengkapi dengan rangkaian kendali otomatis, yang menyebabkan proses pengisian energi listrik menjadi tidak optimal dan memakan waktu yang relatif lama. Kendala ini tidak hanya mengurangi kenyamanan pengguna, tetapi juga berpotensi merugikan umur baterai. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini bertujuan merancang sistem pengatur tegangan DC menggunakan modul *Buck Boost converter*. *Buck Boost converter* memiliki peran krusial dalam pengisian baterai sepeda listrik. Kemampuannya untuk menurunkan dan meningkatkan tegangan memastikan stabilitas selama proses pengisian, sehingga menjamin efisiensi dan melindungi baterai dari kerusakan akibat tegangan yang tidak sesuai. Dengan implementasi *Buck-Boost converter*, pengguna dapat menikmati performa yang lebih optimal serta umur pakai baterai yang lebih panjang [4].

Dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan pengisian baterai sepeda listrik, sistem kontrol yang stabil dan adaptif memainkan peran penting dalam memastikan proses pengisian berjalan optimal. Salah satu pendekatan yang paling efektif adalah penggunaan pengendali PID (*Proportional-Integral-Derivative*), yang dikenal sebagai mekanisme umpan balik andal di bidang sistem kontrol. Pengendali PID bekerja dengan menganalisis kesalahan antara *setpoint* atau nilai yang diinginkan dan nilai aktual, kemudian secara dinamis mengoreksi kesalahan tersebut melalui penyesuaian proporsional untuk respons cepat, integral untuk menghilangkan kesalahan jangka panjang, dan derivatif untuk mengantisipasi perubahan mendadak. Ketika diterapkan pada *Buck-Boost converter*, pengendali PID memungkinkan penyesuaian tegangan dan arus secara presisi selama proses pengisian, menjamin baterai diisi secara efisien, aman, dan bebas dari risiko seperti *overcharging* atau kerusakan akibat ketidakstabilan daya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan performa sepeda listrik tetapi juga memperpanjang umur baterai, menjadikannya solusi berkelanjutan untuk mendukung transportasi ramah lingkungan [5].

Penerapan *Buck-Boost converter* yang dikendalikan oleh metode PID merupakan elemen kunci dalam memastikan kestabilan dan efisiensi proses pengisian daya baterai sepeda listrik. Teknologi ini memungkinkan adanya pengaturan tegangan *Output* yang presisi, bahkan dalam kondisi fluktuasi tegangan

dari berbagai sumber energi. Dengan kemampuan *Buck-Boost converter* untuk menyesuaikan tegangan menjadi lebih tinggi atau lebih rendah sesuai kebutuhan, baterai dapat diisi secara optimal tanpa risiko *overcharging* atau *undercharging* yang dapat merusak komponen baterai tersebut. Pengendalian PID yang berfungsi untuk merespons perubahan variabel secara cepat dan akurat semakin meningkatkan keandalan sistem dengan menjaga stabilitas tegangan selama pengisian berlangsung. Selain mendukung performa dan umur panjang baterai, solusi ini juga membantu menjadikan sepeda listrik sebagai alternatif transportasi yang lebih praktis, hemat energi, dan ramah lingkungan, memperluas penggunaannya di tengah kebutuhan akan kendaraan berkelanjutan [6].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam mendorong kemajuan teknologi sepeda listrik yang lebih eco-friendly dan berkelanjutan. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan pengguna sepeda listrik dapat merasakan manfaat berupa peningkatan efisiensi dan keandalan sistem pengisian baterai yang dapat meningkatkan pengalaman berkendara dan umur pakai perangkat. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi memberikan panduan strategis bagi industri terkait khususnya dalam merancang sistem pengisian daya yang lebih optimal, hemat energi, dan kompatibel dengan kebutuhan teknologi masa depan. Dampaknya tidak hanya terbatas pada inovasi teknis, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan jejak karbon dan penyediaan solusi transportasi yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan *Buck-Boost Converter* dengan kendali PID Ziegler Nichols untuk menstabilkan proses pengisian baterai sepeda listrik?
2. Bagaimana pengaruh stabilisasi menggunakan metode *Buck-Boost Converter* yang dikendalikan oleh PID Ziegler Nichols terhadap efisiensi, daya tahan, dan keamanan baterai sepeda listrik?
3. Apa saja tantangan yang dihadapi dalam penerapan sistem pengisian baterai berbasis *Buck-Boost Converter* dan PID Ziegler Nichols?

1.3 Tujuan & Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem pengisian baterai sepeda listrik yang stabil menggunakan *Buck-Boost Converter* dengan kendali PID Ziegler Nichols.
2. Menganalisis pengaruh stabilisasi menggunakan metode *Buck-Boost Converter* yang dikendalikan oleh PID Ziegler Nichols terhadap efisiensi, daya tahan, dan keamanan baterai sepeda listrik.
3. Mengidentifikasi dan mengatasi tantangan yang muncul dalam penerapan teknologi *Buck-Boost Converter* dan PID Ziegler Nichols.

1.3.2 Manfaat

1. Peningkatan Stabilitas Pengisian Baterai Sepeda Listrik: Dengan merancang sistem pengisian baterai yang menggunakan *Buck-Boost Converter* dengan kendali PID Ziegler Nichols, penelitian ini diharapkan memberikan manfaat berupa stabilitas pengisian yang lebih baik. Baterai dapat terisi dengan lebih konsisten dan aman, memperpanjang masa pakai baterai dan mengurangi risiko kerusakan akibat tegangan yang tidak stabil.
2. Analisis Pengaruh Stabilisasi terhadap Efisiensi, Daya Tahan, dan Keamanan Baterai Sepeda Listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh stabilisasi pengisian baterai sepeda listrik terhadap efisiensi, daya tahan, dan keamanan baterai.
3. Pemecahan Tantangan Teknis dalam Implementasi *Buck-Boost Converter* dan PID Ziegler Nichols: Melalui identifikasi dan solusi atas tantangan-tantangan yang muncul selama penerapan teknologi ini, penelitian ini memberikan manfaat dalam mengatasi kendala teknis. Hal ini dapat menjadi panduan bagi pengembangan teknologi pengisian yang lebih baik di masa depan, baik untuk sepeda listrik maupun kendaraan listrik lainnya.

1.4 Batasan-batasan

1. Penelitian ini akan terfokus pada penggunaan *Buck-Boost Converter* sebagai alat untuk stabilisasi pengisian baterai sepeda listrik. Aspek lain dari konverter DC-DC tidak akan dibahas secara mendalam.
2. Penelitian akan membahas penerapan kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) dalam mengatur proses pengisian baterai, parameter PID dapat dioptimalkan untuk mencapai performa yang diinginkan.
3. Penelitian ini akan membatasi pada satu jenis baterai yang umum digunakan dalam sepeda listrik, misalnya baterai *lithium-ion*, tanpa membahas karakteristik baterai lainnya.

1.5 Metode Penulisan

Metode dalam penyusunan skripsi ini terdiri dari lima tahap utama, yaitu: tahap persiapan, tahap perancangan, tahap pengumpulan dan analisis data, tahap evaluasi, serta tahap penyusunan laporan akhir.

a. Studi literatur

Dalam metode ini, materi atau referensi yang terkait dengan pembahasan yang akan dibahas akan dikumpulkan dari buku, jurnal dan internet.

b. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah langkah awal sebelum masuk ke proses pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap ini, disusun berbagai hal penting yang perlu segera dilakukan agar waktu dan pekerjaan dapat dikelola dengan lebih efisien. Kegiatan dalam tahap ini mencakup penentuan judul skripsi, penyusunan proposal, studi literatur terkait materi desain untuk menentukan gambaran umum, serta identifikasi kebutuhan data. Perencanaan jadwal dalam tahap ini harus dilakukan secara teliti agar tidak terjadi pengulangan pekerjaan, sehingga proses pengumpulan data nantinya bisa berjalan lebih maksimal.

c. Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan langkah utama yang dilakukan setelah proposal skripsi disetujui, yaitu proses merancang sistem skripsi. Perancangan sistem didasarkan pada gambaran awal yang telah disusun saat tahap persiapan.

Dalam tahap ini, dilakukan riset data serta pembuatan sampel melalui beberapa kali uji perlakuan terhadap bahan, dengan tujuan mendapatkan hasil sampel yang paling optimal.

d. Pengumpulan dan Analisis Data

Setelah sistem selesai dirancang, langkah berikutnya adalah mengumpulkan data dari hasil uji coba yang telah dilakukan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menghasilkan kesimpulan berdasarkan hasil uji coba tersebut.

e. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan

Tahap terakhir adalah proses evaluasi terhadap hasil uji coba sistem secara menyeluruh. Jika seluruh tujuan penelitian telah berhasil dicapai, maka dilanjutkan dengan penyusunan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini isinya tentang gambaran umum yang jadi dasar pemikiran buat seluruh isi skripsi. Di dalamnya ada: latar belakang, masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, cara penelitian, dan urutan penulisan.

BAB II: TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi tentang teori penunjang yang merupakan pijakan selanjutnya yang digunakan untuk menganalisis data di dalam laporan penelitian, dalam bab ini berisikan penelitian terdahulu yang relevan dan dasar teori.

BAB III: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang uraian kegiatan peneliti untuk mendapatkan data, mengolah data, dan menginterpretasikannya. Bab ini berisikan waktu dan tempat penelitian, diagram alir penelitian, blok diagram, *flowchart* sistem, perancangan alat dan sistem, serta. analisis kebutuhan.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab ini ini berisikan hasil penelitian yang diperoleh yang disesuaikan dengan rumusan masalah atau fokus penelitian, dan juga pembahasan dan sub bahasan.

