

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Mikrogrid merupakan sistem distribusi daya yang terlokalisasi atau merupakan sistem distribusi yang mampu berdiri sendiri dan dapat berjalan secara paralel dengan/ tanpa terhubung dengan jala-jala PLN. Salah satu kelebihan utama penggunaan sistem Mikrogrid yakni; menurunkan rugi-rugi daya transmisi, meningkatkan reliabilitas dan kestabilan karena terpisah dengan jala-jala PLN yang sarat gangguan, serta mampu meningkatkan integrasi sumber energi terbarukan seperti energi *solar* dan angin [1]. Khusus untuk sumber energi dari sel surya dengan sistem Mikrogrid Arus Searah, penggunaan sistem Mikrogrid Arus Searah mampu meningkatkan efisiensi dari sumber hingga 6-8 %. Selain itu dengan tidaknya konverter DC/AC ataupun AC/DC pada bagian distribusi, maka rugi-rugi konversi mampu ditekan dari rata rata 32% menjadi 10% [2].

Beberapa komponen penting penyusun sebuah sistem Mikrogrid ialah sisi pembangkitan energi listrik, konverter tegangan, jala-jala utilitas, sistem penyimpanan energi dan kontroler Mikrogrid [1]. Untuk sistem penyimpan energi, beberapa contoh yang digunakan ialah roda gila, penyimpan hidro terpompa, penyimpan energi termal, dan yang paling sering digunakan adalah baterai penyimpan energi. Penyimpanan berbasis sistem baterai penyimpan energi merupakan penyimpanan energi secara elektrokimia yang dapat pengisian dan pengosongan secara berulang sesuai kebutuhan. Melihat tren saat ini, sistem penyimpanan energi berbasis baterai menjadi lebih relevan dengan meningkatnya penggunaan energi baru terbarukan seperti tenaga surya dan angin. Baterai menjadi krusial bagi sistem Mikrogrid ataupun jala-jala yang menjadikan energi terbarukan sebagai sumber pembangkitnya, hal ini dikarenakan sumber energi terbarukan sangat fluktuatif dan intermiten [3]. Contohnya sistem fotovoltaik yang daya keluarannya sangat bergantung pada iradiasi, sudut penyinaran hingga temperatur. Dengan adanya baterai, maka kelebihan energi yang dihasilkan dapat tersimpan dan

dapat digunakan jika sistem pembangkitan tidak mampu memenuhi permintaan beban, atau dengan kata lain baterai menjadi penopang kestabilan jala-jala.

Namun, baterai pun memiliki beberapa kekurangan. Baterai memiliki masa hidup dan siklus yang terbatas, dan kedua hal ini terus berkurang akibat pengisian-pengosongan yang tidak dijaga sehingga merusak baterai seperti mengalami pengisian dan pengosongan berlebih. Selain itu, temperatur, penuaan, dan pengosongan diri juga dapat mempengaruhi kinerja baterai dalam penyediaan daya. Untuk itulah, diperlukan apa yang disebut dengan Sistem Manajemen Baterai (BMS) guna tetap menjaga performansi baterai sekaligus menjaga waktu hidup dan siklus agar tidak terdegradasi, sehingga reliabilitas Mikrogrid dapat terjaga.

Beberapa hal yang dilakukan oleh BMS ialah pengukuran arus dan tegangan sel untuk estimasi *State of Charge* baterai, pengaturan pengisian maupun pengosongan baterai, *cell balancing*, hingga manajemen termal baterai [4]. Untuk merancang BMS yang baik, salah satu metode yang sering digunakan dan murah ialah menggunakan simulasi untuk mensimulasikan baik perilaku baterai dan efek penerapan algoritma BMS terhadap performa baterai. Penelitian yang dilakukan selama ini ialah membuat simulasi hanya dalam software tanpa mempertimbangkan bagaimana performa perangkat keras seperti sistem kontroler. Untuk itu, simulasi *Hardware-in-the-loop* (HIL) mampu menjadi solusi untuk mensimulasikan kontroler pada berbagai variasi masukkan dan algoritma dikarenakan kontroler seolah dapat berinteraksi dengan plant nyata yang pada dasarnya hanyalah berbentuk virtual atau simulasi.

Atas dasar hal itulah, pada penelitian ini akan dilakukan perancangan sebuah simulasi HIL yang akan berfokus untuk mensimulasikan sisi sistem baterai penyimpan energi yang terdiri dari sebuah sistem baterai, konverter dan sistem manajemen baterai pada Mikrogrid Arus Searah. Sebagai sistem kontrol terbenam sistem manajemen baterai akan dipilih *development board* Arduino, hal ini dikarenakan selain harganya yang terjangkau, juga masih minimnya penelitian mengenai HIL berbasis Arduino hingga saat ini [5]. Sehingga dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan akan menjadi pembuka potensi penelitian lebih lanjut dan terjangkau untuk dilakukan pada penelitian yang akan datang.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara membangun simulasi HIL berbasis Arduino yang cocok untuk mensimulasikan Sistem Manajemen Baterai Li-Ion untuk Mikrogrid?
2. Algoritma Sistem Manajemen Baterai seperti apa yang tepat guna mengendalikan berbagai parameter untuk menjaga *State of Health* dan masa hidup baterai Li-Ion pada Mikrogrid?
3. Bagaimana cara membangun model baterai Li-Ion yang akurat?
4. Bagaimana cara merancang konverter beserta kendalinya yang dapat mengatur aliran daya dua arah untuk pengisian dan pengosongan baterai?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang simulasi HIL untuk pengukuran dan kontrol pada Sistem Manajemen Baterai menggunakan Arduino sebagai kontroler.
2. Merancang Sistem Manajemen Baterai yang baik dan mampu menjaga berbagai parameter baterai.
3. Mensimulasikan model elektrik baterai Li-Ion yang akurat mendekati perilaku dan respon baterai fisik.
4. Merancang Konverter beserta kendalinya yang dapat memenuhi spesifikasi dan perilaku pada kondisi yang diinginkan.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi simulator yang dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik dan perilaku Mikrogrid khususnya baterai dan sistem manajemen baterai.
2. Dapat menjadi acuan dasar dalam perancangan dan implementasi Sistem Manajemen Baterai riil untuk Mikrogrid dan aplikasi lainnya.
3. Dapat membuka peluang lebih lanjut penelitian simulasi HIL menggunakan Arduino sebagai solusi low-cost sistem kontroler terbenam.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Mikrogrid yang digunakan adalah untuk arus searah mode *islanded*.
2. Baterai Li-Ion dimodelkan dengan model *Modified Shepherd*.
3. Temperatur baterai Li-Ion dijaga konstan sehingga karakteristik baterai independen terhadap temperatur baterai.
4. Metode estimasi SoC menggunakan metode perhitungan coulomb.
5. *Cell Balancing* yang digunakan adalah tipe *passive balancing*.
6. Kontrol Konverter *Bidirectional* yang digunakan ialah kontrol PI.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu:

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan proses untuk mencari informasi dan parameter yang dibutuhkan untuk pengerjaan penelitian ini. Beberapa informasi yang dibutuhkan diantaranya adalah terkait simulasi HIL, pemodelan Mikrogrid, perancangan Konverter Bidirectional dan strategi kendalinya, pemodelan elektrik dan karakteristik baterai Li-Ion, metode estimator SoC dan algoritma sistem manajemen baterai. Selain itu juga dilakukan studi literatur terkait penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan terhadap penelitian ini.

2. Pembuatan Simulasi

Setelah dilakukan studi literatur, selanjutnya ialah pembuatan pemodelan dan simulasi berdasarkan informasi yang telah diperoleh. Kegiatan ini diantaranya membangun simulasi HIL, membangun pemodelan Mikrogrid, pemodelan konverter, strategi kontrol konverter, pemodelan baterai dan membuat algoritma sistem manajemen baterai yang sesuai untuk *cell balancing* dan estimator SoC.

3. Pengambilan Data

Setelah simulasi berhasil terbangun, selanjutnya dilakukan pengambilan data secara bertahap pada masing sub sistem konverter, baterai dan BMS. Kemudian dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan pada berbagai

kondisi seperti mode pengisian, mode pengosongan, perubahan beban, dan perubahan daya masukan.

4. Analisis dan Validasi

Setelah pengambilan data, dilakukan analisis dan validasi data yang diperoleh dengan membandingkannya terhadap data yang telah diperoleh baik dari lembaran data maupun penelitian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dari sini kemudian dapat diperoleh informasi dan kesimpulan terhadap penelitian ini.