

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sangat penting dalam kehidupan modern dan sangat penting untuk hampir setiap lini kehidupan manusia, mulai dari transportasi hingga pembuatan makanan. Namun, ketidakseimbangan dalam pemanfaatan energi saat ini menimbulkan berbagai tantangan, seperti perubahan iklim, keamanan energi, dan ketergantungan pada sumber daya terbatas. Meningkatnya kesadaran akan dampak sumber daya fosil yang terbatas membuat peralihan ke sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi sangat penting.

Pada prinsip dasar fisika yang dikenal sebagai hukum kekekalan energi atau hukum kekekalan massa-energi, menyatakan bahwa energi tidak dapat dibuat atau dimusnahkan, sebaliknya energi hanya dapat mengalami transformasi dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Energi listrik salah satu energi yang sangat penting dan banyak digunakan pada kehidupan sehari-hari. Energi listrik dapat dihasilkan melalui pembangkit listrik tenaga air, tenaga angin, panas matahari, pembakaran batu bara.

Pemanfaatan energi listrik terus dikembangkan oleh umat manusia, agar semakin memudahkan umat manusia dalam menunjang kehidupan sehari-hari, mulai dari mencari sumber-sumber energi alternatif yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Dan juga menciptakan suatu teknologi untuk menyimpan energi listrik yaitu baterai.

Keunggulan baterai lithium-ion antara lain density daya yang sangat tinggi, *self discharge* yang sangat rendah, *fast charging*, tidak ada efek memori dan *life time* yang cukup Panjang (Wiguna, dkk, 2021). Memiliki energi jenis yang tinggi (sampai 240 wh/kg) dan densitas jenis yang tinggi (sampai 640 wh/L) laju pemakaian yang rendah (2% - 8% perbulan), umur siklus yang Panjang (± 1000 siklus), rentang operasi yang luas (disaat charger 0 - 45°C dan discharger 40 - 65°C),

sel tegangan beroperasi antara 2,5v – 4,2v tiga kali lipat dari tegangan sel NiCd dan NiMH (pahlevy, 2022).

Baterai sangat rentan terhadap suhu tinggi karena dapat memicu masalah keamanan seperti *thermal runaway* (Wang, Q. dkk 2012), terutama saat siklus pengisian dan pengosongan. Panas ini berasal dari reaksi kimia eksotermik, energi aktivasi, resistansi terhadap pergerakan ion, dan proses transportasi kimia. Produksi panas paling intensif terjadi selama fase pengisian dan pengosongan ekstrem, sementara pada *State of Charge* (SOC) antara 20% dan 80%. Untuk baterai lithium-ion, suhu operasi optimal berkisar antara 15°C hingga 40°C. Jika suhu melampaui 50°C, terjadi penurunan efisiensi pengisian dan umur pakai baterai (Setiawan, 2022). Suhu proses charger dan discharger dapat mencapai 55°C, pada suhu 25°C terjadi penurunan kapasitas penyimpanan maksimum sebanyak 4,22% dalam 260 siklus sedangkan pada suhu 55°C terjadi penurunan 13,24% dengan siklus yang sama (Leng, 2015). Manajemen termal yang efektif, seperti pendinginan udara, cairan, perubahan fase, atau termoelektrik, sangat penting untuk memastikan kinerja dan keamanan baterai yang optimal. Sistem manajemen baterai (BMS) yang canggih sering diperlukan untuk memantau dan mengontrol suhu baterai, memastikan operasi yang aman dan efisien dalam berbagai kondisi lingkungan dan beban kerja.

Baterai Lithium-Ion tetap menjadi pilihan utama dalam hal efisiensi energi, namun manajemen termal yang efektif sangat penting untuk memaksimalkan kinerjanya. Berbagai metode pendinginan telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan termal pada modul Lithium-Ion, termasuk pendinginan udara, pendinginan fase, pendinginan cairan tidak langsung, dan pendinginan cairan langsung (*Immersion cooling*). Di antara metode-metode tersebut, *Immersion cooling* terbukti sebagai yang paling efisien dalam mengurangi panas (Roe, C. Dkk, 2019). Metode ini melibatkan perendaman langsung sel baterai dalam cairan pendingin dielektrik, memungkinkan transfer panas yang sangat efektif, distribusi suhu yang lebih merata, dan kemampuan menangani densitas daya yang lebih besar.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Y. Lyu. Dkk (2019) dengan judul "Sistem Manajemen Termal Baterai Kendaraan Listrik Dengan Pendingin

Termoelektrik", Dalam studi ini, para peneliti merancang sebuah sistem hibrid yang terdiri dari pendingin termoelektrik (TEC), pendinginan udara paksa, dan pendinginan cairan. Cairan pendingin berfungsi sebagai media transfer panas, mengambil panas yang dihasilkan oleh baterai selama operasi tanpa kontak langsung dengan sel baterai. Pendinginan udara paksa kemudian digunakan untuk membuang panas dari sisi kondensor TEC. Eksperimen yang dilakukan menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan. Dalam pengujian menggunakan sel baterai tunggal yang ditempatkan dalam dudukan tembaga, sistem ini mampu menurunkan suhu permukaan baterai secara drastis. Tepatnya, suhu turun dari 55°C menjadi hanya 12°C, menunjukkan penurunan yang signifikan sebesar 43°C. Kondisi ini dicapai dengan memberikan suplai daya 40V ke pemanas (yang mensimulasikan panas yang dihasilkan baterai) dan 12V ke modul TEC.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pendinginan baterai menggunakan metode (*Immersion Cooling*) menggunakan cairan *silicon oil* pada proses charging dan discharge baterai. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penulis akan melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Viskositas *Silicon oil* Terhadap Manajemen Termal Baterai Lithium Dalam Sistem *Immersion Cooling*” dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi acuan untuk penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka terdapat rumusan masalah dari penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut:

1. Berapakah nilai suhu baterai lithium yang diperoleh saat proses charging dan discharging tanpa sistem *immersion cooling*?
2. Bagaimana pengaruh penerapan variasi viskositas *silicon oil* terhadap manajemen termal baterai lithium ion dalam sistem *immersion cooling*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tujuan untuk dicapai sebagai pencapaian akhir sebagai berikut:

1. Memperoleh data termal baterai lithium ion pada saat proses charging dan discharging tanpa sistem *Immersion cooling*.
2. Memperoleh data pengaruh penerapan pendinginan *Immersion cooling* dengan variasi viskositas terhadap manajemen termal baterai lithium ion pada proses charger dan discharger.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan data yang bermanfaat ilmu pengetahuan dan khalayak umum sebagai berikut:

1. Manfaat bagi institusi Pendidikan
Diharapkan dengan penelitian ini, khususnya dibidang metode pendinginan baterai lithium ion akan memberikan informasi tambahan dan juga dapat digunakan sebagai referensi atau bacaan bagi peneliti selanjutnya,
2. Manfaat bagi masyarakat
Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menambah wawasan masyarakat terutama tentang pengetahuan dibidang baterai lithium ion.
3. Manfaat bagi peneliti
Meningkatkan keterampilan dan pengetahuan peneliti terutama dalam pengetahuan tentang pengaruh pendinginan baterai lithium ion menggunakan metode *immersion cooling*.

1.5 Batasan masalah

Penulis memberi batasan masalah dalam penelitian ini agar penelitian ini fokuskan pada tujuan awal. Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menggunakan baterai lithium-ion tipe 18650 2000 mAh sejumlah 15 buah dengan rangkaian seri paralel yang menghasilkan 12,6 V 10 Ah.
2. Cairan *silicon oil* pada posisi diam (tidak mengalir).
3. Menggunakan *silicon oil* 100 cPs, 350 cPs, 1000 cPs.
4. Penelitian ini berupa eksperimen.
5. Tidak membahas spesifik tentang baterai lithium-ion.
6. Tidak membahas efek jangka Panjang sistem *immersion cooling*.