

Rahsia Di Sebalik Bateri Kereta Elektrik

Penulis: Dr. Mohd Zieauddin Kufian¹, Prof. Madya. Dr. Noraini Mohamed Noor² & Professor Dr. Zurina Osman¹

¹ Pusat Penyelidikan Ionik Universiti Malaya, Jabatan Fizik, Fakulti Sains, Universiti Malaya, Kuala Lumpur, 50603, Malaysia.

²Jabatan Sains Kejuruteraan, Kulliyah Kejuruteraan, Universiti Islam Antarabangsa Malaysia (UIAM), Jalan Gombak, 53100 Kuala Lumpur, Malaysia



Landskap automotif di Malaysia sedang melalui perubahan dari kenderaan yang menggunakan enjin pembakaran dalaman kepada kenderaan elektrik (EV). Semakin banyak pertambahan kenderaan elektrik khususnya di pusat-pusat bandar utama seperti Kuala Lumpur. Antara contoh yang sering menjadi perhatian ialah Tesla Model 3, BYD Atto 3 dan Hyundai Ioniq 5. EV adalah gabungan kompleks antara elektronik, perisian dan sistem penyimpanan tenaga atau bateri. Malah, sekitar 30–40% daripada harga sebuah EV datang daripada kos Pembangunan bateri [1]. Persoalannya, apakah sebenarnya yang terdapat di dalam sebuah bateri ini sehingga menjadikannya komponen paling penting dan mempengaruhi harga bagi sesebuah EV?

Komponen Utama Dalam Bateri EV

Bateri di dalam *EV* adalah terdiri daripada ratusan atau ribuan sel kecil yang disusun menjadi modul dan seterusnya menjadi satu pek bateri. Setiap sel bateri mempunyai beberapa komponen asas yang memainkan peranan penting iaitu anod, katod dan elektrolit.

Anod: Tempat Penyimpanan Tenaga

Anod boleh dianggap sebagai “ruang simpanan tenaga” dalam sesebuah bateri. Ia merupakan elektrod negatif yang memainkan peranan penting setiap kali kita mengecap peranti. Dalam teknologi bateri moden, bahan anod yang digunakan ialah grafit iaitu sejenis karbon yang tersusun dalam lapisan-lapisan halus, hampir seperti helaian kertas yang bertindih. Apabila bateri dicas, ion litium akan bergerak masuk ke dalam lapisan grafit ini dan “berehat” di situ sehingga tenaga diperlukan semula. Namun, di sebalik proses yang kelihatan mudah ini, terdapat satu fenomena menarik yang menjadi tumpuan penyelidikan iaitu pada permukaan anod. Satu lapisan nipis akan terhasil akibat interaksi diantara elektrolit dengan permukaan anod dan dikenali sebagai *Solid Electrolyte Interphase (SEI)* [2]. Jika lapisan ini stabil, bateri boleh berfungsi dengan baik untuk jangka masa yang lama. Tetapi jika ia terbentuk secara tidak terkawal, prestasi bateri akan mula merosot. Inilah sebabnya mengapa bateri tidak lagi mampu bertahan lama walaupun telah dicas penuh.

Menariknya, grafit bukanlah bahan asing. Ia boleh ditemui secara semulajadi di dalam bumi, dan juga boleh dihasilkan secara sintetik melalui pemanasan bahan karbon pada suhu yang sangat tinggi. Dalam kehidupan seharian, kita sebenarnya sudah biasa dengan grafit. Ianya adalah bahan yang sama digunakan dalam pensel. Bezanya, grafit untuk bateri perlu melalui proses yang jauh lebih teliti untuk memastikan ia benar-benar sesuai digunakan dalam teknologi bateri. Malaysia mempunyai sumber bahan mentah berasaskan karbon yang banyak, terutamanya daripada sisa pertanian seperti kelapa sawit dan Jerami padi. Dengan teknologi yang betul, bahan ini boleh diproses menjadi bahan karbon yang sesuai untuk bateri [3].

Katod: Penentu Prestasi Bateri

Katod pula boleh dianggap sebagai “jantung tenaga” dalam sesebuah bateri. Di sinilah tenaga disimpan dan dilepaskan apabila kita menggunakan peranti kereta elektrik. Dalam dunia bateri moden, dua jenis bahan katod yang biasa digunakan ialah *Nickel Manganese Cobalt (NMC)* dan *Lithium Iron Phosphate (LFP)*. Jika kita bandingkan secara mudah, bahan *NMC* mampu menyimpan lebih banyak tenaga iaitu sekitar 260–280 mAh/g, berbanding *LFP* yang sekitar 170 mAh/g. Apakah implikasinya kepada kita sebagai pengguna? Bateri berasaskan *NMC* berupaya direka lebih kecil dan ringan, namun masih mampu memberikan jarak pemanduan yang lebih jauh. Oleh itu, banyak model kenderaan elektrik yang menekankan prestasi jarak pemanduan tinggi cenderung memilih teknologi ini. Walau bagaimanapun, kelebihan tersebut datang dengan kos yang lebih tinggi. Bahan seperti nikel dan kobalt yang digunakan dalam *NMC* adalah mahal serta mempunyai bekalan yang terhad.

Akibatnya, kos pengeluaran bateri meningkat, sekaligus menyumbang kepada harga kenderaan elektrik yang lebih tinggi di pasaran.

Di sinilah *LFP* tampil sebagai alternatif yang menarik. Walaupun kapasiti tenaganya lebih rendah, *LFP* terkenal dengan kestabilan yang lebih baik, tidak mudah panas dan lebih selamat digunakan. Ini menjadikannya pilihan yang sesuai untuk pengguna yang mementingkan keselamatan dan ketahanan jangka panjang. Jadi, perbezaan antara *NMC* dan *LFP* bukan sekadar angka dalam makmal malah ianya memberi kesan terus kepada pengalaman kepada pengguna.

Elektrolit: Medium Pergerakan Ion

Elektrolit boleh diibaratkan sebagai “lebuh raya” di dalam bateri. Jika anod dan katod adalah dua destinasi, maka elektrolit adalah laluan yang membolehkan ion litium bergerak ulang-alik antara kedua-duanya. Secara umum, elektrolit dalam bateri hari ini adalah dalam bentuk cecair. Ia terdiri daripada garam litium seperti *Lithium hexafluorophosphate (LiPF₆)* sebagai sumber ion yang dilarutkan dalam pelarut organik. Gabungan ini membolehkan ion litium bergerak dengan pantas, sekali gus memastikan bateri boleh dicas dan digunakan dengan cekap. Namun, disebalik kelebihan ini, terdapat satu kelemahan besar iaitu elektrolit ini mudah terbakar jika tidak dikawal selia dengan baik. Suhu persekitaran yang terlalu tinggi boleh menyebabkan elektrolit ini menjadi pencetus kepada fenomena berbahaya yang dikenali sebagai *Thermal runaway* (pelepasan haba tidak terkawal). Apabila ini berlaku, suhu bateri meningkat secara mendadak dan boleh menyebabkan kebakaran atau letupan. Inilah sebabnya mengapa elektrolit sering dianggap sebagai “titik lemah” dalam reka bentuk bateri moden yang menitik beratkan tahap keselamatan sesuatu bateri.

Menyedari cabaran ini, para penyelidik di seluruh dunia sedang giat mencari alternatif yang lebih selamat. Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian ialah menggantikan elektrolit cecair dengan elektrolit pepejal. Berbeza dengan cecair, bahan pepejal tidak mudah bocor dan jauh lebih stabil dengan faktor haba. Menariknya, di Malaysia sendiri, penyelidikan ke arah ini turut berkembang. Di *Centre for Ionics Universiti Malaya*, para penyelidik telah meneroka pembangunan elektrolit berasaskan polimer dengan bahan yang fleksibel, ringan, dan berpotensi menggabungkan keselamatan dengan prestasi yang baik [4]. Peralihan daripada elektrolit cecair kepada pepejal ini bukan sekadar perubahan bahan, tetapi satu langkah besar ke arah bateri generasi baharu yang lebih selamat dan tahan lama.

Kesimpulannya, bateri kereta elektrik merupakan sistem kompleks yang terdiri daripada komponen utama seperti anod, katod dan elektrolit yang memainkan peranan penting dalam menentukan prestasi, kos dan tahap keselamatan kenderaan. Walaupun kelihatan teknikal, kesannya sangat dekat dengan kehidupan harian dengan mengambil kira jarak perjalanan hinggalah kepada aspek keselamatan. Malaysia juga mempunyai potensi besar melalui sumber tempatan dan penyelidikan untuk menyumbang kepada pembangunan teknologi ini. Memahami asas bateri bukan sahaja membantu pengguna membuat pilihan

yang lebih bijak, malah membuka peluang kepada negara untuk bergerak seiring dalam pembangunan teknologi tenaga masa depan yang lebih lestari dan selamat.

Rujukan

1. McKinsey & Company (2024) outlines key breakthroughs in battery-pack costs for affordable electric vehicles. The report identifies advancements in technology and manufacturing that are accelerating the viability of lower-cost EV models. For the full report, visit [McKinsey & Company](#).
2. Ossila. (2026). *An introduction to the Solid Electrolyte Interphase (SEI) layer*. <https://www.ossila.com/pages/solid-electrolyte-interphase>
3. Noor, N. M., Ahamed, F. D. B., & Omar, N. (2025). Upcycling biomass into power: Sugarcane bagasse as a precursor for electrode materials. *International Journal of Electroactive Materials*, 13, 14–22.
4. Kufian, M. Z., Arof, A. K., & Ramesh, S. (2019, April). PMMA-LiBOB gel polymer electrolytes in lithium-oxygen cell. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 515, No. 1, p. 012010). IOP Publishing.