MEMORANDUM

Kenderaan Elektrik:
Isu Alam Sekitar dan Jurang Dasar

dikemukakan oleh

Persatuan Pengguna-Pengguna Pulau Pinang

kepada

YAB Perdana Menteri Malaysia
Kementerian Pengangkutan
Kementerian Pelaburan, Perdagangan dan Industri
Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam
Kementerian Peralihan Tenaga dan Transformasi Air
Kementerian Kewangan
Kementerian Ekonomi
Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi
Kementerian Pembangunan Kerajaan Tempatan
Kementerian Sumber Manusia
Kementerian Kesihatan
Kementerian Perdagangan Dalam Negeri dan Kos Sara Hidup
Lembaga Pembangunan Pelaburan Malaysia (MIDA)
Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP)
Institut Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Negara (NIOSH)
Jabatan Kastam Diraja Malaysia (JKDM)

Julai 2025

Kandungan

RINGKASAN EKSEKUTIF **3**

1.0 PENDAHULUAN **3**

1.1 Definisi Kenderaan Elektrik dan Baterinya 5

2.0 SENARIO SEMASA KENDERAAN ELEKTRIK DI MALAYSIA **5**

3.0 KELEMAHAN DAN CABARAN KENDERAAN ELEKTRIK DAN BATERINYA **7**

3.1 Perlombongan Unsur Nadir Bumi dan Mineral Kritikal 7

3.2 EV Bukanlah Kenderaan Sifar Emisi yang Sebenar 7

3.3 Kos Tinggi dan Akses Terhad 8

3.4 Kekangan Infrastruktur dan Pengecasan 8

3.5 Jangka Hayat Terhad dan Isu Prestasi Bateri 8

3.6 Komposisi Bateri dan Had Kitar Semula 9

4.0 CADANGAN **11**

4.1 Menilai Semula Reka Bentuk EV Melalui Pendekatan Sifar Sisa dan Kecekapan Sumber 11

4.2 Mengurangkan Pelepasan Sepanjang Kitaran Hayat 11

4.3 Infrastruktur Pengecasan EV 12

4.4 Memanjangkan Hayat dan Kegunaan Bateri 12

4.5 Aplikasi Hayat Kedua 12

4.6 Memperkasakan Pengurusan Akhir Hayat Bateri EV 12

4.7 Mempromosikan Inisiatif Pasport Bateri 13

4.8 Mengurangkan Penggunaan Kenderaan Persendirian dan Melabur dalam Pengangkutan Awam 13

5.0 KESIMPULAN **14**

MEMORANDUM
Kenderaan Elektrik: Isu Alam Sekitar dan Jurang Dasar

RINGKASAN EKSEKUTIF

Memorandum ini membentangkan satu penilaian kritikal terhadap kenderaan elektrik (EV), dengan menekankan isu yang timbul dari segi alam sekitar, sosial dan ekonomi. Walaupun EV dipromosikan sebagai alternatif yang lebih bersih dan mampan kepada kenderaan enjin pembakaran dalaman (ICE), memorandum ini menggariskan kos tersembunyi dan cabaran berkaitan dengan penggunaan EV secara meluas.

Antara kelemahan yang dikenal pasti termasuk kemerosotan alam sekitar akibat perlombongan unsur nadir bumi dan mineral kritikal untuk bateri EV. Meskipun dipasarkan sebagai "sifar pelepasan," EV masih menyumbang kepada pelepasan karbon semasa proses pembuatan dan melalui penjanaan elektrik. Kos permulaan yang tinggi serta tahap kemampuan yang terhad menjadikan EV sukar diakses oleh orang ramai, terutamanya di kawasan berpendapatan rendah. Bateri EV juga mengalami jangka hayat yang terhad, prestasi yang merosot dari semasa ke semasa serta masalah apabila beroperasi dalam keadaan suhu melampau. Masalah ini ditambahkan lagi oleh kekurangan sistem kitar semula dan pengurusan akhir hayat bateri yang sempurna, yang menimbulkan kebimbangan serius terhadap alam sekitar dan keselamatan.

Sebagai tindak balas terhadap cabaran-cabaran ini, memorandum ini mencadangkan satu siri saranan dasar. Antaranya termasuk memberi penekanan kepada pengurangan penggunaan kenderaan persendirian secara keseluruhan, pelaburan dalam pengangkutan awam, penguatkuasaan tanggungjawab pengeluar lanjutan (EPR) bagi sisa bateri, dan penerapan analisis kitaran hayat secara menyeluruh dalam proses penggubalan dasar. Langkah-langkah ini bertujuan memastikan dasar pengangkutan dapat memajukan perlindungan alam sekitar dan keadilan sosial secara serentak.

1.0 PENDAHULUAN

Peralihan global ke arah kenderaan elektrik (EV) sering digambarkan sebagai satu langkah besar ke arah kelestarian, terutamanya sebagai tindak balas terhadap impak perubahan iklim yang semakin ketara, termasuk kejadian cuaca ekstrem yang lebih kerap dan peningkatan suhu global. EV dilihat sebagai alternatif yang lebih bersih kepada kenderaan enjin pembakaran dalaman (ICE), dan telah menerima sokongan kuat daripada kerajaan, pengeluar kenderaan, dan pencinta alam.

Peralihan ini banyak dipengaruhi oleh dasar awam. Misalnya, negara-negara seperti dalam Kesatuan Eropah (EU), China dan Amerika Syarikat telah memperkenalkan larangan atau fasa keluar terhadap kenderaan ICE, seperti larangan EU pada tahun 2035 terhadap penjualan kereta petrol dan diesel baharu.[1] Sementara itu, China telah memberikan subsidi besar kepada pembangunan EV, menjadikannya pasaran EV terbesar di dunia.

Tekanan dan aktivisme perubahan iklim juga menyumbang kepada peralihan kepada EV. Malaysia, yang turut prihatin terhadap pelepasan karbonnya, sedang berusaha untuk mengurangkan jejak karbonnya dengan beralih kepada kaedah penjanaan elektrik yang lebih

[1] European Parliament (2023). EU ban on the sale of new petrol and diesel cars from 2035 explained. https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2022/11/story/20221019STO44572/20221019STO44572_en.pdf

mesra alam serta menggalakkan penggunaan EV. Namun begitu, kadar pemilikan kenderaan persendirian yang tinggi masih menjadi isu utama.

Sektor pengangkutan menyumbang kira-kira 25% hingga 30% daripada jumlah keseluruhan pelepasan gas rumah hijau (GHG) di Malaysia,[2] menjadikannya penyumbang kedua terbesar pelepasan karbon dioksida (CO_2) selepas sektor tenaga. Pengangkutan jalan raya merupakan sumber utama pelepasan ini.[3] Sehingga tahun 2019, terdapat 29.4 juta kenderaan berdaftar di Malaysia, termasuk 13.8 juta kereta dan 13 juta motosikal. Kebergantungan kepada pengangkutan persendirian ini telah menyebabkan kadar pelepasan CO_2 per kapita yang tinggi, iaitu sebanyak 7.27 tan, iaitu dua kali ganda lebih tinggi berbanding Thailand dan lebih tinggi daripada China yang mencatatkan 6.59 tan.[4]

Salah satu faktor kemunculan EV adalah kemajuan teknologi yang menjadikannya praktikal. Paling ketara ialah penambahbaikan dalam teknologi bateri, terutamanya bateri lithium-ion, yang menjadikan EV lebih cekap dan murah untuk dihasilkan.

Kerajaan Malaysia telah memperkenalkan pelbagai insentif cukai dan inisiatif untuk menggalakkan penggunaan EV. Individu boleh menuntut pelepasan cukai sehingga RM2,500 setahun bagi pemasangan, penyewaan, atau langganan peralatan pengecasan EV di rumah, yang sah sehingga tahun 2027.[5] Rebat cukai sehingga RM2,400 telah ditawarkan untuk pembelian motosikal elektrik pada tahun 2024 bagi individu yang berpendapatan di bawah RM120,000 setahun.[6]

Syarikat yang menyewa EV bukan komersial menikmati potongan cukai yang lebih tinggi untuk kenderaan yang berharga sehingga RM300,000, berkuat kuasa dari 2023 hingga 2025.[7] Syarikat yang terlibat dalam EV atau kenderaan cekap tenaga (EEV) boleh menerima pengecualian cukai pendapatan sebanyak 70% hingga 100% ke atas pendapatan berkanun selama 5 hingga 10 tahun, bergantung kepada jenis pelaburan.[8]

Kementerian Pelaburan, Perdagangan dan Industri (MITI) mengumumkan bahawa syarikat yang melabur dalam infrastruktur pengecasan EV layak menerima Elaun Cukai Pelaburan Hijau (GITA). Ini memberikan pengecualian cukai sebanyak 100% selama lima tahun, yang boleh ditolak sehingga 100% daripada pendapatan berkanun bagi setiap tahun taksiran.[9]

---

[2] MGTC. Low Carbon Mobility Blueprint (LCMB). https://www.mgtc.gov.my/what-we-do/low-carbon-mobility-2/low-carbon-mobility-blueprint/
[3] Solaymani, S. (2022). CO2 Emissions and The Transport Sector in Malaysia. *Frontiers in Environmental Science*, *9*, 774164. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.774164
[4] MGTC. Malaysia's CO2 Emissions Among Highest In ASEAN, Low Carbon Mobility Solutions Needed. https://www.mgtc.gov.my/ms/2019/07/malaysias-co2-emissions-among-highest-in-asean-low-carbon-mobility-solutions-needed/
[5] MalayMail (9 July 2024). Going EV: What the Malaysian government is doing to charge up the transition. https://www.malaymail.com/news/malaysia/2024/07/09/going-ev-what-the-malaysian-government-is-doing-to-charge-up-the-transition/141965
[6] Ibid.
[7] Tax Incentive for Company Renting Non-Commercial Electric Vehicle – CCS. (2023). https://ccs-co.com/post/tax-incentive-for-rental-of-electric-vehicle/
[8] Op cit. MalayMail (9 July 2024).
[9] MIDA (18 Nov 2024). MITI: Govt provides incentives for EV charging infrastructure development. https://www.mida.gov.my/mida-news/miti-govt-provides-incentives-for-ev-charging-infrastructure-development/

MITI juga menyatakan bahawa pengeluar peralatan pengecasan EV layak untuk pengecualian penuh cukai pendapatan ke atas pendapatan berkanun dari tahun 2023 hingga 2032, dengan permohonan dibuka dari 25 Februari 2023 hingga 31 Disember 2025.[10]

Sebelum ini, kebanyakan pengeluar kenderaan lambat untuk beralih, seperti Toyota yang menerajui teknologi hibrid melalui model Prius pada tahun 1997. Namun begitu, pemain baharu seperti Tesla dan Build Your Dreams (BYD) telah muncul dan mencipta industri EV yang mencabar pengeluar kenderaan tradisional, memaksa mereka untuk berinovasi atau berisiko menjadi lapuk.

Persatuan Pengguna-Pengguna Pulau Pinang (CAP) mengakui keperluan mendesak untuk mengurangkan pelepasan gas rumah hijau, terutamanya dalam sektor yang menyumbang pelepasan tinggi seperti pengangkutan. Walaupun EV sering dipromosikan sebagai penyelesaian bersih, memorandum ini bertujuan untuk meneliti secara kritikal implikasi alam sekitar dan sosial EV serta baterinya. Secara khusus, kesan pengeluaran, penggunaan dan pelupusan akhir hayat bateri memerlukan penelitian yang lebih mendalam bagi memastikan laluan elektrifikasi Malaysia tidak mengulangi atau memperkenalkan cabaran kelestarian yang baharu.

1.1 Definisi Kenderaan Elektrik dan Baterinya

EV dikuasakan oleh pek bateri boleh dicas semula, dengan jenis yang paling lazim ialah bateri litium-ion (LIB). Bateri tarikan ini membekalkan tenaga elektrik yang diperlukan untuk menggerakkan kenderaan. Tidak seperti kereta tradisional, EV sangat bergantung kepada pelbagai jenis mineral dan komponen elektronik canggih. Sebuah bateri EV biasa mempunyai berat lebih kurang 450 kg dan terdiri daripada ribuan sel litium-ion yang dikumpulkan dalam modul dan pek.

Sel-sel ini mengandungi bahan kritikal seperti grafit, aluminium, kuprum, litium, nikel, kobalt dan mangan. Bateri ini dipuji kerana ketumpatan tenaga dan kecekapan yang tinggi, namun pengeluarannya melibatkan proses perlombongan dan pemprosesan bahan mentah yang besar, yang sering diperoleh dalam keadaan yang merosakkan alam sekitar dan mengeksploitasi sumber alam.[11]

2.0 SENARIO SEMASA KENDERAAN ELEKTRIK DI MALAYSIA

Untuk memberikan pemahaman menyeluruh mengenai landskap EV di Malaysia, adalah penting untuk meneliti trend penggunaan terkini. Pembangunan dan penyebaran EV berkait rapat dengan pertumbuhan dan pengurusan LIB, menjadikannya tidak dapat dipisahkan dalam menilai tahap kesediaan dan kelestarian negara.

[10] Ibid.
[11] GAIA 2024. Understanding Basics of Electric Vehicle Batteries. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2024/06/01-Battery-Infosheet-Understanding-Basics-of-EV-Batteries.pdf

EV mula diperkenalkan di Malaysia pada tahun 2013[12], namun pendaftaran bulanan kekal di bawah 400 unit sehingga April 2022. Sejak itu, kadar penggunaan telah meningkat dengan pesat, dengan jumlah pendaftaran mencecah 50,053 unit sehingga Oktober 2024.[13]

Menurut Lembaga Pembangunan Pelaburan Malaysia (MIDA), pasaran LIB EV tempatan dijangka berkembang pada kadar tahunan sebanyak 5.28% dari tahun 2022 hingga 2027, menggambarkan peranan EV yang semakin berkembang dalam ekosistem pengangkutan negara.[14]

Tahun	2022	2023	2024	Jumlah
Bilangan EV yang berdaftar dengan JPJ*	3,017	13,144	21,788	**37,949**
*JPJ – Jabatan Pengangkutan Jalan. Source: https://data.gov.my/data-catalogue/registration_transactions_car				

Jadual 1: Bilangan Kenderaan Elektrik yang Didaftarkan di Malaysia (2022 - 2024)

Walaupun penggunaan EV semakin meningkat, Malaysia masih menghadapi cabaran besar dalam peralihan daripada pengangkutan awam darat konvensional kepada kenderaan cekap tenaga (EEV) secara besar-besaran. Pada masa ini, hanya 66 buah bas elektrik beroperasi di seluruh negara.[15]

Menurut Persatuan Pengusaha-Pengusaha Bas SeMalaysia (PMBOA), kos tinggi bas EV merupakan halangan utama. Sebuah bas elektrik buatan Eropah boleh mencecah sehingga RM2.5 juta, manakala bas elektrik buatan China pula dianggarkan berharga sekitar RM1.8 juta. Jumlah ini tidak termasuk perbelanjaan tambahan yang berkaitan dengan pembaikan dan penyelenggaraan berterusan. Cabaran lain termasuk kekurangan stesen pengecasan, kekurangan mekanik EV yang berkemahiran dan bengkel EV yang mencukupi.[16]

Menurut satu artikel dalam akhbar Malay Mail, Malaysia berpotensi mengumpulkan sehingga 870,000 bateri EV terpakai menjelang tahun 2050, sekali gus menyerlahkan keperluan mendesak untuk sistem pengurusan sisa bateri yang berkesan. Sistem ini mestilah merangkumi pengumpulan, pemprosesan dan pemulihan bahan yang betul. Bagi memenuhi keperluan ini, Institut Automotif, Robotik dan IoT Malaysia (MARii) sedang membangunkan Pasport Bateri, iaitu sistem rekod digital yang menjejaki maklumat penting bateri termasuk komposisi, asal-usul, prestasi sepanjang kitar hayat dan keboleh kitar semula, bagi menyokong pengurusan sumber yang cekap dan pematuhan terhadap piawaian kemampanan global.[17]

Malaysia kini mempunyai dua Kemudahan Rawatan Automotif Sah (AATF) yang dilesenkan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS): Car Medic Sdn Bhd dan Jaring Metal Industries Sdn Bhd. MARii sedang menggalakkan penggunaan AATF berlesen yang diluluskan oleh JAS untuk

[12] ExpatGo (17 August 2013). Electric Cars in Malaysia: An Overview. https://www.expatgo.com/my/2013/08/17/electric-car-malaysia/# .
[13] Data.gov.my (accessed 10 November 2024). Vehicle Registrations. https://data.gov.my/dashboard/vehicle-registrations
[14] MIDA (24 September 2024). Malaysia sets for growth in EV battery, e-waste recycling market. https://www.mida.gov.my/mida-news/malaysia-sets-for-growth-in-ev-battery-e-waste-recycling-market/
[15] The Malaysian Reserve (2 April 2025). Low electric bus adoption due to high costs. https://themalaysianreserve.com/2023/12/27/low-electric-bus-adoption-due-to-high-costs/
[16] Ibid.
[17] Yiswaree Palansamy (Malay Mail. 5 March 2025) By 2050, 870,000 EV batteries will need recycling: How is Malaysia tackling the challenge? https://www.malaymail.com/news/malaysia/2025/03/05/by-2050-870000-ev-batteries-will-need-recycling-how-is-malaysia-tackling-the-challenge/167510

menguruskan alat ganti dan komponen terpakai daripada kenderaan tamat hayat (ELV) dan alat ganti tamat hayat (ELP).

Terdapat empat fasiliti kitar semula sisa terjadual — Hi Tech Full Recovery (M) Sdn Bhd, Mep Enviro Technology Sdn Bhd, SungEel Hitech Sdn Bhd, dan Tes-Amm (M) Sdn Bhd — yang diluluskan oleh JAS untuk memproses sisa jenis SW103, termasuk bateri yang mengandungi kadmium, nikel, merkuri atau litium.[18]

3.0 KELEMAHAN DAN CABARAN KENDERAAN ELEKTRIK DAN BATERINYA

3.1 Perlombongan Unsur Nadir Bumi dan Mineral Kritikal

Non-Radioactive Rare Earth Elements - NR-REE, yang terdapat di kawasan tropika seperti Malaysia, tidak digunakan secara langsung dalam bateri EV, tetapi penting untuk motor EV dan komponen lain. Unsur seperti neodymium (Nd), praseodymium (Pr), dysprosium (Dy) dan terbium (Tb) adalah penting untuk magnet neodymium-besi-boron (NdFeB) yang digunakan dalam motor segerak magnet kekal (*permanent magnet synchronous motors* – PMSM), yang menggerakkan banyak model EV, termasuk keluaran Tesla, Toyota dan BYD. Walaupun terdapat usaha untuk membangunkan motor tanpa unsur nadir bumi, NR-REE masih mendominasi kerana kecekapan penggunaannya.

Malaysia, yang mempunyai sejarah kontroversi dalam pemprosesan unsur nadir bumi radioaktif iaitu kilang Lynas dan Asia Rare Earth Sdn Bhd (ARE) di Bukit Merah, Perak, kini mempromosikan NR-REE sebagai alternatif yang “lebih lestari”. Aktiviti perlombongan telah diluluskan di beberapa negeri, walaupun terdapat kebimbangan alam sekitar dan sosial yang semakin meningkat.

Perlombongan boleh menyebabkan pencemaran air, pencemaran udara, kemerosotan kualiti tanah dan kehilangan biodiversiti. Komuniti berhampiran tapak perlombongan menghadapi risiko kesihatan serta gangguan terhadap kehidupan dan mata pencarian mereka. Operasi haram memburukkan lagi kesan ini. Malaysia tidak mempunyai simpanan besar bagi mineral utama bateri EV seperti litium, kobalt dan kadmium. Oleh itu, negara ini sedang memposisikan dirinya sebagai hab untuk pengeluaran dan kitar semula bateri.

3.2 EV Bukanlah Kenderaan Sifar Emisi yang Sebenar

Walaupun EV dipasarkan sebagai kenderaan tanpa pelepasan (*zero-emission*), label ini hanya merujuk kepada pelepasan ekzos. EV masih menghasilkan sejumlah besar pelepasan GHG sepanjang kitar hayatnya, bermula dari perlombongan dan pembuatan sehinggalah ke pelupusan dan kitar semula.

Penghasilan LIB memerlukan sumber yang banyak, sering kali menyebabkan penebangan hutan, pencemaran serta penggunaan tenaga dan air yang tinggi. Bateri keadaan pepejal (*solid-state batteries*) pula memerlukan 35% lebih banyak litium berbanding bateri litium-ion konvensional. Walaupun kitar semula dapat membantu, proses ini masih melibatkan pelepasan dan kos alam sekitar.

Oleh itu, jejak karbon EV perlu dinilai dari perspektif keseluruhan kitar hayat. Label “sifar emisi” boleh mengelirukan, kerana walaupun EV mengurangkan pencemaran udara tempatan, ia tetap membawa beban alam sekitar yang ketara.

[18] Ibid.

3.3 Kos Tinggi dan Akses Terhad

EV masih tidak mampu dimiliki oleh kebanyakan rakyat Malaysia disebabkan oleh harga pembelian awal yang tinggi, kos penyelenggaraan yang mahal dan perbelanjaan tambahan seperti infrastruktur pengecasan, pembaikan serta penggantian komponen. Pembaikan bateri adalah sangat mahal, kadangkala melebihi RM44,350, dan kerosakan kecil sering memerlukan penggantian bateri secara keseluruhan. Ini boleh menyebabkan pelupusan awal kenderaan dan pembaziran.[19]

Sehingga tahun 2024, hanya 37,949 unit EV telah didaftarkan di seluruh negara, mencerminkan kadar penggunaan yang perlahan akibat isu kemampuan kewangan dan pasaran yang masih belum matang.

3.4 Kekangan Infrastruktur dan Pengecasan

Infrastruktur EV di Malaysia masih kurang berkembang, dengan bilangan stesen pengecasan awam yang terhad, terutamanya di luar kawasan bandar.[20] Ini menyebabkan kebimbangan jarak (*range anxiety*) dan menghalang penggunaan EV untuk perjalanan jarak jauh.[21] Walaupun kerajaan telah memperkenalkan insentif seperti Elaun Cukai Pelaburan Hijau (GITA), pelaksanaannya masih perlahan.

Terdapat juga kekurangan tenaga kerja mahir untuk menyelenggara EV. Kebanyakan mekanik tempatan tidak mempunyai peralatan dan latihan yang sesuai untuk menangani keperluan khas EV, termasuk sistem khusus seperti sistem penyaman udara. Tambahan pula, banyak jenama EV mengehadkan kerja penyelenggaraan kepada pusat servis yang dibenarkan, yang menambah kesulitan dan kos kepada pengguna.

3.5 Jangka Hayat Terhad dan Isu Prestasi Bateri

Walaupun bateri EV sering diketengahkan kerana kecekapan mereka, ia mempunyai jangka hayat terhad, biasanya antara 8 hingga 15 tahun, dan mula merosot lebih awal daripada itu, menyebabkan penurunan dalam jarak perjalanan dan prestasi. Suhu tinggi, yang biasa di negara tropika seperti Malaysia, boleh mempercepatkan degradasi ini, sekali gus menjejaskan kebolehpercayaan dan ketahanan bateri.[22] Keterbatasan ini menimbulkan kebimbangan terhadap kelestarian dan keberkesanan kos jangka panjang EV, terutamanya di negara berpendapatan rendah di mana kemampuan dan ketahanan merupakan keutamaan utama.

---

[19] GAIA 2024. The Right to Repair of Electric Vehicle Batteries. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2024/06/03-Battery-Infosheet-The-Right-to-Repair-of-Electric-Vehicle-Batteries.pdf

[20] Challenges and Solutions for EV Range Anxiety. (2024). https://www.buyev.my/resources/article/challenges-and-solutions-for-ev-range-anxiety#:~:text=Defining%20the%20Challenge:%20Range%20Anxiety%20Range%20anxiety,this%20clean%20and%20sustainable%20mode%20of%20transportation.

[21] Shamsul Yunos. (2024). The Challenge of Skilled Labour in Malaysia's Energy and EV Transition. https://www.nst.com.my/news-cars-bikes-trucks/2024/09/1100417/challenge-skilled%C2%A0labour%C2%A0-malaysias-energy-and-ev-transition

[22] Geotab. (2025). EV Battery Health Insights: Data From 10,000 Cars https://www.geotab.com/blog/ev-battery-health/

3.6 Komposisi Bateri dan Had Kitar Semula

Bahan yang boleh dikitar semula dalam bateri termasuk nikel, kobalt dan mangan yang terdapat dalam katod; grafit yang terdapat dalam anod; litium dalam elektrolit atau bahan aktif; serta kuprum dan aluminium dalam pengumpul arus dan sarung bateri.

Bahan	**Julat komposisi (% daripada jumlah purata berat bateri)**
Nikel, kobalt dan mangan	30 ~ 50
Grafit	10 ~ 20
Elektrolit	10 ~ 15
Aluminium dan kuprum	15 ~ 20
Pengikat dan pemisah	3 ~ 5
Komponen struktur lain (sarung plastik dan keluli)	5 ~ 10

Jadual 2: Komposisi bateri

Kebimbangan kami mengenai bateri EV adalah seperti berikut:

- Elektrolit yang terdiri daripada pelarut organik akan merosot dari masa ke semasa, manakala lapisan plastik nipis yang sering terdiri daripada polietilena dan polipropilena tercemar dengan sisa pelarut.
- Pengikat yang diperbuat daripada Bahan Perfluorinasi dan Polifluorinasi (PFAS) dikenali sebagai "bahan kimia kekal selama-lamanya". PFAS digunakan untuk mengikat bahan aktif kepada elektrod dan secara amnya tidak boleh dikitar semula kerana sifat kimianya. Ia tahan terhadap degradasi alam sekitar dan boleh kekal dalam ekosistem serta tubuh manusia, dengan pendedahan yang dikaitkan dengan pelbagai risiko kesihatan termasuk kanser dan gangguan hormon.
- Bahagian plastik dan bahan berbahaya lain berkemungkinan akan berakhir di tapak pelupusan sampah atau dibakar tanpa kawalan.

Industri kitar semula bateri EV di Malaysia menghadapi cabaran utama disebabkan oleh jumlah bateri lithium-ion (LIB) akhir hayat (EOL) yang masih rendah, satu keadaan yang dijangka berterusan sekurang-kurangnya sehingga tahun 2030. Kebanyakan bateri EV kini hanya mula mencapai akhir hayat dalam jumlah kecil, dengan jumlah yang lebih besar dijangka muncul pada tahun 2030-an daripada kenderaan yang didaftarkan pada tahun 2022.

Tambahan pula, banyak bateri EV yang telah merosot kepada kapasiti 70–80% akan digunakan semula untuk aplikasi hayat kedua seperti projek solar komuniti sebagai storan tenaga boleh diperbaharui, yang seterusnya melambatkan proses kitar semula dan menjejaskan daya maju kilang kitar semula.

Kilang kitar semula mungkin perlu bergantung kepada bateri terpakai yang diimport, yang menimbulkan kebimbangan dari segi peraturan dan alam sekitar terhadap kemasukan sisa berbahaya yang berpotensi untuk terus beroperasi. Lebih memburukkan keadaan, evolusi pesat teknologi bateri termasuk ion-natrium, bateri keadaan pepejal, ion-zink, ion-aluminium, bateri aliran atau bateri besi-udara boleh menimbulkan ketidaktentuan pada masa hadapan, memandangkan setiap bahan kimia memerlukan proses kitar semula yang berbeza.

Dorongan meluas terhadap penggunaan EV, yang disokong oleh insentif dan peraturan kerajaan, mungkin secara tidak sengaja menggalakkan aktiviti ekonomi yang memudaratkan alam sekitar dalam sektor berkaitan. Sebagai contoh, kerajaan, dengan memberikan insentif bagi kitar semula bateri EV, secara tidak langsung akan membawa kepada kilang kitar semula mengimport bateri terpakai untuk menampung kekurangan di peringkat domestik agar operasi mereka masih berdaya saing, tetapi ini akan memudaratkan alam sekitar. Pergantungan ini akan memperkenalkan hasil sampingan toksik yang menjejaskan kesihatan awam dan alam sekitar, dengan kos ini akhirnya ditanggung oleh pembayar cukai.

Sebagai contoh, EcoNiLi Battery, sebuah syarikat kitar semula bateri lithium-ion yang berpangkalan di Singapura, telah menubuhkan operasi di Ipoh. Ia mengimport sisa bateri, termasuk bahan yang telah dikisar, terutamanya dari Eropah dan Amerika Syarikat.[23] EcoNiLi mengeksport "black mass" yang telah diproses ke Hong Kong, yang kemudiannya dihantar ke China dan Korea Selatan. EcoNiLi dilaporkan sedang berbincang dengan kementerian perdagangan untuk mendapatkan saluran hijau bagi mengurangkan sekatan terhadap import sisa bateri.[24] Jika dibenarkan, ini boleh menjadi satu duluan yang menyukarkan kerajaan untuk mengawal import pada masa hadapan walaupun terdapat kesan alam sekitar yang berbahaya.

Penurunan harga bateri EV baru-baru ini (turun 10% pada tahun 2023[25] dan dijangka turun lagi sebanyak 50% menjelang 2026[26]) telah mengurangkan nilai pasaran bahan yang dikitar semula, menjadikan aktiviti kitar semula kurang menarik dari segi ekonomi. Pengitar semula kini menghadapi persaingan sengit daripada bahan mentah yang baru dilombong dan lebih murah.

Memandangkan Malaysia masih berada pada peringkat awal dalam penggunaan EV, terdapat peluang penting untuk membangunkan rangka kerja peraturan yang lebih kukuh dan memantau kesan sebenar terhadap alam sekitar daripada pengurusan akhir hayat bateri, bagi memastikan dasar EV sejajar dengan matlamat kelestarian jangka panjang.

---

[23] Argus (26 March 2024). Q&A: Battery recycling gets competitive: Clarification. https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2551238-q-a-battery-recycling-gets-competitive-clarification

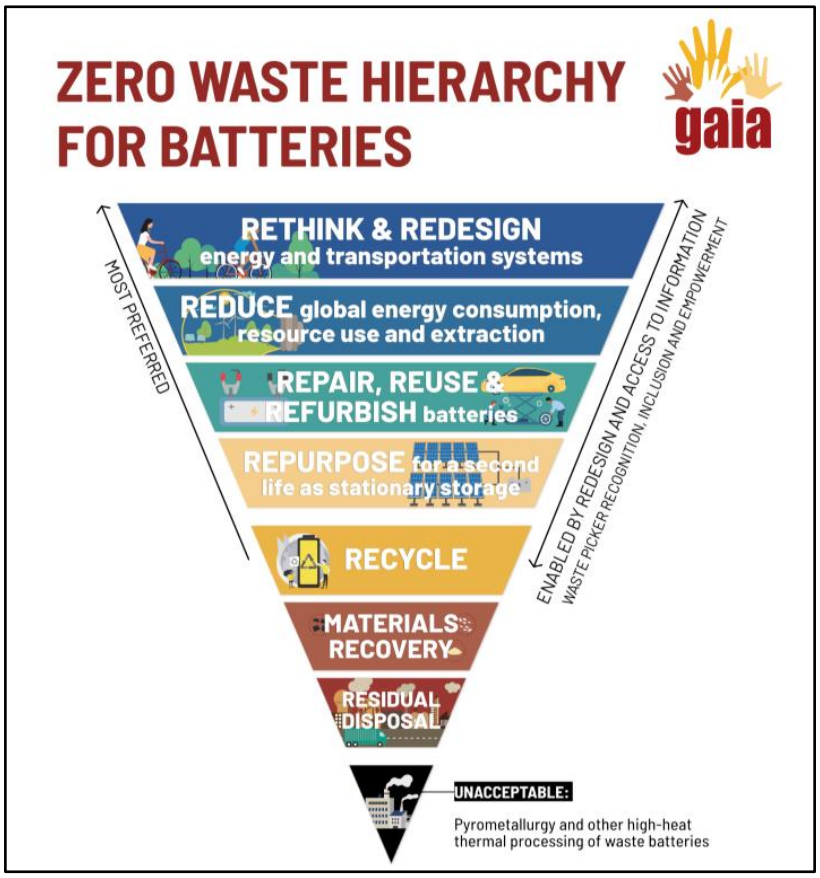
[24] Ibid.

[25] EV, energy storage battery prices set to fall more, report says. https://www.reuters.com/technology/ev-energy-storage-battery-prices-set-fall-more-report-2023-09-07/#

[26] EV battery prices to fall by nearly 50 pct and near ICE parity by 2026, says Goldman Sachs. https://thedriven.io/2024/10/16/ev-battery-prices-to-fall-by-nearly-50-pct-and-near-ice-parity-by-2026-says-goldman-sachs/

4.0 CADANGAN

4.1 Menilai Semula Reka Bentuk EV Melalui Pendekatan Sifar Sisa dan Kecekapan Sumber



Rajah 1: Hierarki Sisa Sifar Untuk Bateri (Sumber: GAIA 2024)

Bagi menangani cabaran mendesak berkaitan kitar semula bateri EV dan kelestarian alam sekitar, Malaysia perlu mengamalkan pendekatan sifar sisa yang mengutamakan reka bentuk semula sistem dan pemeliharaan bahan berbanding penyelesaian hiliran seperti kitar semula. Ini melibatkan pemikiran semula tentang bagaimana bandar dan sistem mobiliti direka bentuk, dengan mengutamakan sistem pengangkutan dan tenaga yang cekap, mudah diakses dan pengagihan kuasa pusat (decentralised) yang mengurangkan permintaan sumber secara keseluruhan. Fokus harus diberikan kepada pengurangan kuantiti, saiz dan ketoksikan kenderaan dan bateri, sambil meminimumkan kesan ekologi dan kesihatan. Dengan menyelaraskan pembangunan EV dengan Hierarki Sisa Sifar serta menangani punca penggunaan bahan secara linear, Malaysia dapat memastikan pembangunan EV menyumbang kepada peralihan yang lestari, berdaya tahan dan saksama, dan bukan mengulangi model yang bersifat merosakkan dan mencemar.

4.2 Mengurangkan Pelepasan Sepanjang Kitaran Hayat

Untuk benar-benar mengurangkan pelepasan karbon, Malaysia perlu mengamalkan pengiraan karbon sepanjang kitaran hayat EV, menggalakkan reka bentuk EV yang lebih ringan dan kecil, serta menyokong pembangunan kenderaan yang cekap tenaga, bagi sebenarnya mengurangkan pelepasan karbon. Selain itu, integrasi EV dalam strategi pengangkutan lestari yang lebih luas

yang merangkumi pengangkutan awam, mobiliti bersama dan pengangkutan bukan bermotor adalah penting untuk memaksimumkan manfaat alam sekitar.

4.3 Infrastruktur Pengecasan EV

Pengembangan rangkaian pengecasan EV harus mengutamakan integrasi dengan sumber tenaga boleh diperbaharui, khususnya tenaga solar. Kedudukan Malaysia yang terletak di garisan Khatulistiwa memberikan cahaya matahari yang banyak, menjadikan pengecas EV berkuasa solar sebagai satu penyelesaian yang berdaya maju dan mampan. Pemasangan panel fotovoltaik (PV) di bumbung bangunan, tempat letak kereta dan hentian rehat lebuhraya dapat mengurangkan kebergantungan kepada elektrik berasaskan bahan api fosil dan menurunkan jejak karbon pengecasan EV.

4.4 Memanjangkan Hayat dan Kegunaan Bateri

Banyak bateri EV dibuang lebih awal apabila kapasiti mereka jatuh di bawah 70% hingga 80%, walaupun masih sesuai untuk kegunaan sekunder. Reka bentuk bateri yang menyukarkan pembaikan dan penggunaan semula memburukkan lagi isu ini. Malaysia perlu menggalakkan hak untuk membaiki (right to repair) dengan mewajibkan pengeluar menyediakan alat diagnostik, alat ganti dan maklumat teknikal kepada umum. Piawaian peraturan juga perlu mewajibkan pembinaan bateri secara modular bagi memudahkan penyelenggaraan, pembaikan dan penggunaan semula. Menyokong program latihan juruteknik pembaikan bateri boleh memanjangkan hayat perkhidmatan bateri dan mengurangkan sisa.

4.5 Aplikasi Hayat Kedua

Bateri LIB EV masih mempunyai nilai walaupun telah mencapai penghujung hayat penggunaannya dalam kenderaan. Walaupun tidak lagi sesuai untuk menggerakkan kenderaan elektrik kerana kapasiti yang menurun, biasanya di bawah 70–80% daripada prestasi asal, ia boleh digunakan semula untuk aplikasi kurang menuntut seperti penyimpanan tenaga bagi sistem solar dan angin, kuasa sandaran, stesen pengecasan dan penyelesaian kuasa luar grid.

Namun, cabarannya termasuk prestasi bateri yang tidak konsisten, keperluan untuk ujian menyeluruh dan ketiadaan piawaian antara pengeluar. Dalam sesetengah kes, kos penggunaan semula mungkin melebihi manfaat, menjadikan pengeluaran bateri baharu lebih praktikal. Namun begitu, penggunaan semula bateri EV untuk storan pegun mengurangkan keperluan untuk pengeluaran bateri baharu, mengurangkan pelepasan dan kesan pengilangan bateri serta perlombongan dan pemprosesan mineral (dengan mengurangkan permintaan mineral baharu).

4.6 Memperkasakan Pengurusan Akhir Hayat Bateri EV

Kebanyakan bateri EV tempatan hanya akan mencapai akhir hayat selepas tahun 2030. Bagi menghadapi jumlah yang akan datang, Malaysia perlu melaksanakan rangka kerja peraturan yang jelas berdasarkan Prinsip Tanggungjawab Pengeluar Lanjutan (EPR). Pengilang dan pengimport mesti diwajibkan secara undang-undang untuk mengutip dan mengurus bateri terpakai sepadan dengan jumlah jualan mereka, dengan hukuman bagi ketidakpatuhan serta insentif bagi reka bentuk lestari. Hanya syarikat yang berlesen dan terlatih dibenarkan mengurus bateri EV terpakai mengikut piawaian keselamatan dan alam sekitar yang ketat, dengan pemeriksaan berkala dikuatkuasakan.

4.7 Mempromosikan Inisiatif Pasport Bateri

Kerajaan perlu menerajui pembangunan dan pelaksanaan inisiatif Pasport Bateri, iaitu satu sistem pengesanan digital yang merekodkan maklumat penting mengenai setiap bateri EV, termasuk komposisi, asal usul, sejarah penggunaan dan kebolehkitar semulaan. Sistem ini akan membolehkan pengurusan sumber yang lebih baik, memudahkan proses kitar semula yang lebih selamat dan cekap serta memastikan pematuhan terhadap piawaian kelestarian antarabangsa.

Dengan menjadikan data bateri lebih telus dan mudah diakses, Pasport Bateri juga akan membantu mengenal pasti bateri yang sesuai untuk digunakan semula atau dipulihkan, serta yang memerlukan pelupusan atau peleraian secara selamat. Inisiatif ini menyokong pendekatan ekonomi pekeliling dan mengukuhkan kedudukan Malaysia dalam pengurusan bateri yang lestari.

4.8 Mengurangkan Penggunaan Kenderaan Persendirian dan Melabur dalam Pengangkutan Awam

Promosi EV secara bersendirian tidak menyelesaikan isu asas seperti kesesakan lalu lintas, ketidakcekapan guna tanah dan permintaan tenaga yang tinggi. Dengan 27,893,731 kenderaan berdaftar di Malaysia setakat Oktober 2024, kurangnya pelaburan dalam pengangkutan awam telah menyebabkan rakyat bergantung kepada kenderaan persendirian. Dasar yang hanya menumpukan kepada pemilikan EV persendirian berisiko mengukuhkan lagi model pengangkutan berasaskan kereta.

Malaysia perlu mengalihkan tumpuan daripada EV persendirian kepada membina sistem pengangkutan awam yang boleh dipercayai dan mampu milik, seperti memperluas bas elektrik, sistem rel dan infrastruktur mesra pejalan kaki. Pelaburan harus dialihkan daripada lebuh raya kepada pembangunan berorientasikan transit (TOD), terutamanya di kawasan luar bandar. Walaupun pengangkutan awam dan perkongsian kenderaan lebih menjimatkan dan mengurangkan kesesakan, kadar penggunaan yang rendah masih menjadi cabaran kepada kelestarian kewangan.

Pertimbangan utama bagi menambah baik pengangkutan awam termasuk menyedari bahawa proses penerimaan akan mengambil masa, terutamanya kerana ramai masih memiliki kenderaan persendirian. Pengangkutan awam perlu dikendalikan oleh syarikat berkaitan kerajaan (GLC) untuk menjamin kelangsungan ketika fasa penggunaan yang rendah. Pengenalan Perkhidmatan Transit Responsif Permintaan (Demand-Responsive Transit - DRT), seperti perkhidmatan van Rapid Penang, dapat meningkatkan hubungan peringkat akhir.

Untuk meningkatkan kadar penggunaan bas, sistem tersebut perlu mengutamakan:

- **Kemampuan**, khususnya bagi kumpulan B40,
- **Kemudahan**, seperti tempat letak kereta dan naik (park-and-ride) bersama pilihan DRT,
- **Ketepatan dan kekerapan**, dengan selang masa 10 hingga 20 minit bagi laluan popular.

5.0 KESIMPULAN

Walaupun LIB dalam EV sering dipasarkan sebagai alternatif lestari kepada kenderaan enjin pembakaran dalaman, pemeriksaan yang lebih mendalam terhadap keseluruhan kitar hayatnya — dari perlombongan hingga pelupusan — mendedahkan pelbagai cabaran alam sekitar dan sosial yang ketara. Pengekstrakan bahan utama seperti litium, kobalt dan nikel memerlukan sejumlah besar tenaga, air dan tanah, yang menyumbang kepada penebangan hutan, pencemaran dan isu hak asasi manusia di kawasan perlombongan.

Tambahan pula, walaupun terdapat kemajuan dalam teknologi kitar semula bateri, infrastruktur sedia ada masih belum mencukupi untuk memproses jumlah bateri EV yang mencapai akhir hayat yang semakin meningkat. Banyak LIB masih berakhir di tapak pelupusan atau dieksport untuk dikitar semula, sekali gus menimbulkan kebimbangan tentang pengurusan sisa berbahaya. Selain itu, dengan perkembangan teknologi bateri, LIB mungkin akan digantikan oleh alternatif seperti bateri ion-natirum atau solid-state, yang seterusnya merumitkan usaha kelestarian jangka panjang.

Satu proses kitar semula bateri EV yang berkesan harus merawat dan menukar semua komponen pada bahan yang boleh digunakan semula, hanya selepas semua kemungkinan kegunaan lain telah dipertimbangkan, dan digunakan semula dalam industri yang sama atau setara. Proses ini perlu mengelakkan penggunaan bahan kimia yang berbahaya dan intensif, pembakaran bateri, serta kesan buruk kepada alam sekitar — terutamanya pelepasan toksik ke udara dan hasil sampingan sisa berbahaya.

CAP percaya bahawa EV bukanlah penyelesaian yang sempurna. Sekiranya kita hanya memberi tumpuan kepada mempromosikan EV tanpa merancang cara pengurusan sisa bateri yang selamat, kita berisiko menggantikan satu masalah alam sekitar dengan masalah yang lain. Pencemaran bateri, amalan kitar semula yang tidak selamat dan sisa import boleh menjadi ancaman utama kepada alam sekitar dan kesihatan awam kita.

Oleh itu, Malaysia memerlukan perancangan dan penguatkuasaan yang kukuh. Ini termasuk mengurangkan kebergantungan kepada kenderaan, memperbaiki sistem pengangkutan awam, melabur dalam teknologi bateri yang mempunyai kesan alam sekitar dan etika yang rendah serta menggubal undang-undang yang mewajibkan pengeluar bertanggungjawab terhadap pelupusan bateri. EV tidak seharusnya menjadi pengganti kepada matlamat yang lebih besar iaitu mengurangkan penggunaan kereta persendirian. Sebaliknya, pengangkutan awam dan mobiliti tanpa enjin harus menjadi teras kepada strategi pengangkutan lestari negara.