

KENDERAAN ELEKTRIK

ALTERNATIF MESRA ALAM DAN CABARAN KESELAMATAN JALAN RAYA

Dalam usaha untuk memastikan iklim global yang mampan dan mesra alam dalam jangka masa panjang, sektor kuasa sedang mengalami peralihan progresif daripada sumber tenaga tradisional dan tidak boleh diperbaharui ke arah alternatif yang lebih mampan. Penggunaan bahan api fosil yang semakin meningkat sejak dua abad yang lalu telah memberikan kesan negatif yang signifikan terhadap kelestarian alam. Dianggarkan sebanyak 24 peratus daripada pelepasan karbon dioksida global masih dihasilkan oleh pembakaran bahan api dalam sektor pengangkutan pada peringkat antarabangsa.

Keperluan untuk mengurus penjanaan elektrik dan pengangkutan dengan lebih praktikal telah diberikan

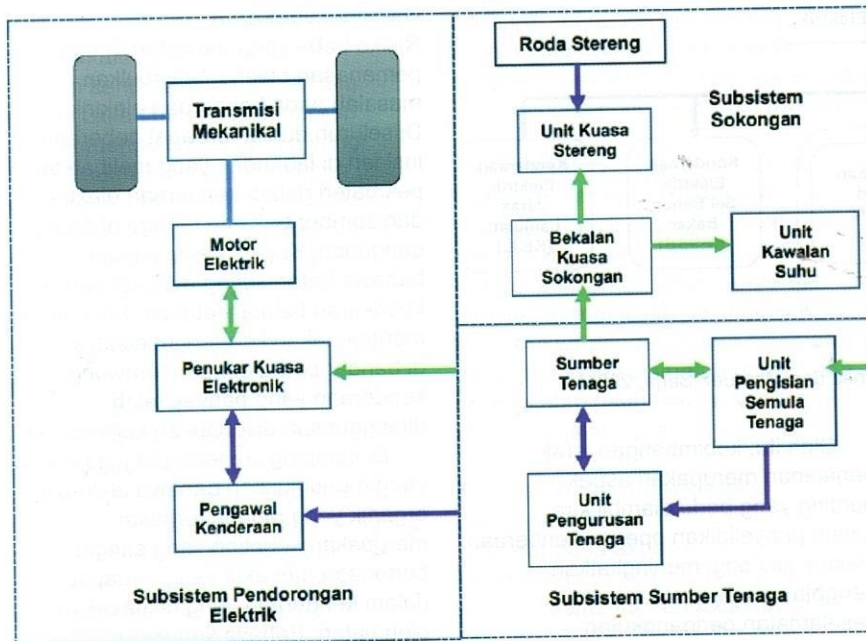
penekanan disebabkan oleh tekanan bahan api yang berterusan dan pemanasan global. Cukai karbon sedang dicadangkan untuk perniagaan yang bergantung pada bahan api fosil. Semakin banyak negara dipaksa untuk mengurangkan jumlah pelepasan gas rumah hijau yang dihasilkan oleh sektor pengangkutan dengan menggunakan kenderaan elektrik yang dikuasakan oleh bateri dan bukannya enjin pembakaran dalaman tradisional.

Di Malaysia, industri pengangkutan semakin berkembang dan terdapat permintaan yang signifikan untuk tenaga. Walaupun begitu, sektor pengangkutan di Malaysia sangat terjejas dengan kecekapan tenaga yang rendah dalam enjin pembakaran dalaman yang

hanya mencapai 18.88 peratus sepanjang tahun 2019. Berdasarkan fakta yang membimbangkan itu, Malaysia prihatin dengan amalan tidak boleh diperbaharui dan undang-undang industri hijau. Satu strategi inovatif diperlukan kerana industri pengangkutan merupakan penyumbang utama kepada pelepasan gas rumah hijau tahunan. Antaranya termasuklah mengintegrasikan budaya kenderaan elektrik dalam ekonomi Malaysia.

Namun demikian, penggunaan dan pembelian kenderaan elektrik secara meluas menjadi satu cabaran. Kos perolehan dan penyelenggaraan, peraturan, kemudahan pembaikan automatik dan infrastruktur jalan raya merupakan antara faktor yang perlu diambil kira untuk mempengaruhi





Nota:

- Sambungan Mekanikal
- Sambungan Elektrik
- Sambungan Kawalan

Rajah 1: Rangkaian kuasa dan pemacu kenderaan elektrik.
(Sumber: Sehil, Alamri, Alqarni, Sallama dan Darwish, 2021)

perubahan pilihan pembelian kenderaan rakyat Malaysia daripada kenderaan konvensional kepada kenderaan elektrik.

Dari perspektif keselamatan jalan raya, objektif utamanya adalah untuk menyenaraikan masalah utama secara sistematik dan berkesan, penyelesaian yang berkaitan dan kebolehlaksanaan penyelesaian tersebut. Penemuan daripada kajian lain yang dijalankan dalam konteks sosioekonomi dan geografi yang serupa di seluruh dunia terbukti sangat membantu dalam penulisan ini.

Klasifikasi Kenderaan Elektrik

Secara umumnya, kenderaan elektrik bermaksud kenderaan yang menggunakan tenaga elektrik untuk berfungsi. Kenderaan ini bergerak dengan menggunakan motor pendorong elektrik yang mengambil tenaga daripada bateri. Oleh sebab elektrik ialah sumber

tenaganya, maka tiada pelepasan asap daripada ekzos. Rangkaian pemanduan dan rangkaian kuasa kenderaan elektrik digambarkan dalam Rajah 1.

Kini, terdapat pelbagai jenis kenderaan elektrik yang menggunakan teknologi enjin yang berbeza. Secara umumnya, kenderaan elektrik dikelaskan kepada lima kumpulan seperti yang dipaparkan dalam Rajah 2.

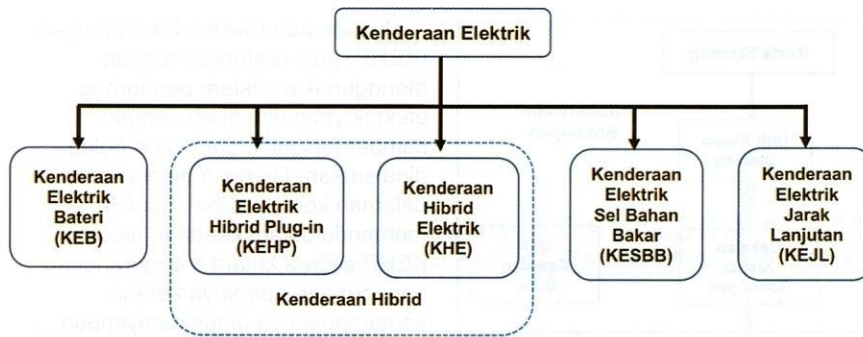
Kenderaan yang sepenuhnya beroperasi dengan elektrik dikenali sebagai Kenderaan Elektrik Bateri (KEB). KEB tidak menggunakan enjin pembakaran dalaman atau sebarang bentuk bahan api cecair. Pada kebiasaannya, KEB memerlukan pek bateri yang besar untuk menyediakan tahap autonomi yang memuaskan. Sesetengah model boleh mencapai jarak maksimum 500 kilometer dengan hanya sekali pengecasan bateri.

Kenderaan Elektrik Hibrid Plug-in (KEHP) pula berfungsi dengan menggunakan sistem pendorong elektrik yang ditambah dengan sumber elektrik luaran yang boleh dipalamkan dan enjin pembakaran dalaman konvensional. Apabila memandu dalam keadaan biasa, KEHP secara ketara mengurangkan penggunaan petrolnya kerana kemampuannya untuk menyimpan dan menggunakan elektrik grid.

Sementara itu, Kenderaan Hibrid Elektrik (KHE) ialah kenderaan yang menggabungkan kuasa enjin pembakaran dalaman dengan motor elektrik. Perbezaan antara KHE dengan KEHP ialah KHE tidak dihubungkan kepada grid. Sebenarnya, bateri yang membekalkan tenaga kepada motor elektrik dicas semula dengan menggunakan tenaga yang dihasilkan oleh enjin pembakaran dalaman kenderaan tersebut. Sistem moden juga menggunakan tenaga yang dijana semasa brek mengisi bateri dan menukar tenaga mekanikal kepada tenaga elektrik.

Kenderaan Elektrik Sel Bahan Bakar (KESBB) pula mengandungi enjin yang dikuasakan oleh elektrik yang berfungsi melalui gabungan hidrogen termampat dan oksigen atmosfera. Air ialah satu-satunya produk sampingan daripada proses ini. Walaupun terdapat juga hidrogen hijau yang tersedia, kenderaan ini tidak menghasilkan sebarang pelepasan kerana majoriti hidrogen yang digunakan berasal daripada pengekstrakan gas asli.

KEB dan Kenderaan Elektrik Jarak Lanjutan (KEJL) agak serupa. Walau bagaimanapun, sekiranya bateri kenderaan perlu dicas semula, KEJL juga dilengkapi dengan enjin pembakaran sokongan. Perbezaan antara enjin KEJL dengan enjin KEHP dan KHE ialah enjin KEJL tidak disambungkan kepada roda kenderaan dan digunakan khusus untuk mengecas bateri.



Rajah 2 Pengelasan kenderaan elektrik.

(Sumber: Sanguesa, Torres-Sanz, Garrido, Martinez dan Marquez-Barja, 2021).

Cabaran Kenderaan Elektrik dari Perspektif Keselamatan Jalan Raya

Penggunaan kenderaan elektrik berdepan dengan cabaran, khususnya yang berkaitan dengan keselamatan jalan raya termasuklah kebimbangan jarak perjalanan, bahaya kebakaran dan risiko tahap bunyi yang rendah.

Kebimbangan jarak perjalanan

Memandu kenderaan elektrik meningkatkan kemungkinan berlakunya kebimbangan jarak perjalanan, satu bentuk kebimbangan pemanduan baharu yang tidak dialami oleh pemandu kenderaan enjin pembakaran dalaman konvensional. Menurut Rauh, Franke dan Krems (2015), kebimbangan jarak perjalanan boleh mempengaruhi pemandu kenderaan elektrik dalam empat dimensi, iaitu kognitif, afektif, tingkah laku dan fisiologi.

Situasi ini biasanya wujud melalui tindakan fisiologi tertentu, termasuklah pemerhatian berterusan pada meter jarak atau cengkaman yang ketat pada stereng. Selain itu, secara fisiologi, kebimbangan jarak perjalanan boleh menyebabkan pernafasan atau degupan jantung meningkat. Kebimbangan yang teruk juga memberikan kesan buruk kepada keupayaan kognitif pemandu kenderaan elektrik yang boleh menyebabkan gangguan ketika memandu dan membawa kepada kemalangan jalan raya.

Oleh itu, kebimbangan jarak perjalanan merupakan aspek penting yang perlu diambil kira dalam penyelidikan operasi kenderaan elektrik kini bagi meningkatkan pengalaman pemanduan dan keselamatan pengangkutan.

Antara faktor yang menyumbang kepada kebimbangan jarak perjalanan kenderaan elektrik termasuklah bilangan infrastruktur pengecasan yang terhad dan kapasiti bateri elektrik yang terhad. Sebagai contoh, Malaysia hanya mempunyai 1434 buah stesen pengecasan kenderaan elektrik yang kebanyakannya terletak di bandar utama seperti Kuala Lumpur, Selangor, Pulau Pinang dan Johor. Pemandu perlu memastikan bahawa kenderaan elektrik mereka dicas sepenuhnya sebelum memulakan perjalanan jauh. Oleh sebab kapasiti bateri elektrik yang terhad, jarak pemanduan menjadi berkurangan.

Selain itu, faktor lain seperti kawalan iklim kabin dan beban yang dibawa oleh kenderaan elektrik juga memberikan kesan kepada jaraknya. Menurut kajian, lebih 75 peratus pemandu di Amerika Syarikat menyatakan bahawa kelemahan paling ketara memiliki kenderaan elektrik ialah jarak perjalanan yang terhad. Lebih buruk lagi, penyimpangan daripada jadual pelepasan biasa mungkin menyebabkan pemandu terperangkap tanpa dapat mengecas kenderaan elektriknya.

Bahaya kebakaran

Risiko haba yang berkaitan dengan pemanasan boleh menimbulkan masalah pada kenderaan elektrik. Di seluruh dunia, terdapat beberapa insiden di lapangan yang melibatkan pek bateri dalam kenderaan elektrik dan sumber bekalan tenaga di dalam bangunan. Kajian menunjukkan bahawa bateri sering menjadi punca kebakaran bahkan letupan. Idea untuk menggunakan kenderaan elektrik di bandar padat dengan terowong kenderaan yang banyak telah ditanggukkan disebabkan kejadian ini.

Di samping itu, terdapat juga kajian yang menunjukkan bahawa elektrolit organik yang mudah terbakar merupakan sebatian yang sangat bertenaga dan aktif yang terdapat dalam kenderaan yang dikuasakan oleh bateri. Bahaya kebakaran harus diukur dengan menggunakan ujian pembakaran dan tingkah laku kebakaran bateri. Kesan terhadap penyebaran kebakaran dan ketoksikan asap pula harus dipantau dengan teliti, terutamanya di kawasan tertutup, terowong dan tempat letak kenderaan bawah tanah.

Pemanasan sendiri bateri kenderaan elektrik yang membawa kepada larian terma (thermal runaway) menimbulkan ancaman keselamatan kerana boleh menyebabkan bateri memancarkan banyak haba, gas berbahaya dan mempamerkan tingkah laku pembakaran yang luar biasa. Suhu bateri dinaikkan oleh proses larian haba eksotermik. Selepas itu, terdapat perubahan fasa daripada bahan pekat kepada gas. Campuran gas tersebut mungkin mengandungi hidrokarbon seperti metana dan propana. Oleh sebab terdapat kemungkinan besar kejadian kebakaran berlaku semasa memandu, mengecas atau memarkir kenderaan, bateri, terutamanya bateri tiruan perlu dikendalikan dengan serius.

Risiko tahap bunyi yang rendah

Walaupun kenderaan elektrik boleh membantu mengurangkan pencemaran udara, terdapat

kebimbangan mengenai keselamatan pejalan kaki yang berkaitan dengan kenderaan ini. Kajian lalu menunjukkan bahawa kenderaan elektrik mengeluarkan bunyi yang lebih rendah berbanding dengan kenderaan yang menggunakan enjin pembakaran dalaman ketika bergerak pada kelajuan sederhana. Hal ini menjadikan pejalan kaki lebih sukar untuk mengenal pasti kenderaan elektrik yang mendekatinya, yang seterusnya membahayakan keselamatannya.

Dalam satu kajian, Robert dan Rosenblum (2019) meminta peserta yang memakai fon kepala meneka arah pergerakan kenderaan enjin pembakaran dalaman dan kenderaan elektrik pada kelajuan lapan kilometer sejam. Mereka mendapati bahawa peserta memerlukan lebih banyak masa untuk memahami arah kenderaan elektrik berbanding dengan kenderaan enjin pembakaran dalaman. Kemalangan pejalan kaki akibat kenderaan elektrik lebih cenderung berlaku berbanding dengan kenderaan enjin pembakaran dalaman. Oleh itu, kadar pengesanan kenderaan elektrik di jalan raya perlu dipertingkatkan bagi menjamin keselamatan pejalan kaki.

Selain itu, terdapat juga penemuan lain yang menunjukkan bahawa kenderaan elektrik menimbulkan risiko kepada pejalan kaki. Kim *et al.* (2012) menjalankan kajian dengan menilai jarak pejalan kaki yang dapat mengenal pasti kehadiran tiga jenis kenderaan yang berbeza yang bergerak pada kelajuan 15 kilometer sejam. Kenderaan tersebut ialah kenderaan hibrid yang berfungsi dalam mod elektrik yang ditambah bunyi, kenderaan hibrid yang berjalan dalam mod elektrik tanpa bunyi tambahan dan kenderaan yang dikuasakan oleh enjin pembakaran dalaman. Kajian ini mendapati bahawa kenderaan hibrid yang berfungsi dalam mod elektrik tanpa bunyi tambahan menimbulkan risiko

lebih besar kepada pejalan kaki berbanding dengan kenderaan enjin pembakaran dalaman disebabkan oleh jarak pengesanan yang lebih rendah.

Penyelesaian Berpotensi untuk Cabaran Kenderaan Elektrik

Perbincangan ini menerangkan penyelesaian berpotensi untuk mengurangkan cabaran kenderaan elektrik, termasuklah peningkatan infrastruktur pengecasan, kemajuan kapasiti dan keselamatan bateri serta peningkatan pengesanan kenderaan elektrik di jalan raya.

Peningkatan infrastruktur pengecasan

Satu daripada aspek penting dalam perancangan kenderaan elektrik ialah infrastruktur pengecasan. Jenis pengecas yang akan digunakan, jaraknya dengan lebuh raya utama, ketersediaan tempat letak kenderaan dan permintaan grid merupakan faktor kritikal dalam merancang infrastruktur pengecasan.

Kaedah pengecasan yang paling maju mengikut kajian ialah pengecasan secara konduktif. Pengecas arus ulang alik (AC) konvensional mempunyai had kuasa dan pengecas arus terus (DC) memendekkan hayat bateri walaupun menawarkan paras kuasa yang tinggi. Apabila kenderaan elektrik dihentikan buat sementara waktu seperti dalam kesesakan lalu lintas, mekanisme pengecasan separuh dinamik terlibat.

Untuk meramalkan dengan tepat kapasiti stesen pengecasan, kajian telah dijalankan di Emiriah Arab Bersatu dengan menggunakan kaedah saiz kemudahan pengecasan berasaskan teori giliran yang disahkan melalui algoritma genetik penduaan dan tidak didominasi. Analisis mengambil kira penempatan stesen pengecasan yang tidak dijangka serta kapasiti stesen. Berdasarkan penemuan kajian tersebut, profil stesen pengecasan yang terhasil meningkatkan kepuasan pelanggan kenderaan elektrik, selain menjimatkan kos, memaksimumkan penggunaan

stesen dan kurang memberikan kesan terhadap alam sekitar dan grid kuasa.

Ketika merancang strategi untuk mengatur stesen pengecasan pantas secara berkesan, algoritma pencarian kilat penduaan mempertimbangkan pelbagai faktor seperti kos pembinaan, kerugian kuasa harmonik, kerugian tenaga di substesen dan kerugian transit. Kaedah yang dicadangkan menawarkan ketepatan yang lebih baik dalam menganggarkan stesen pengecasan pantas. Apabila dibandingkan dengan kaedah tradisional, jumlah kos harian untuk perancangan stesen pengecasan pantas menggunakan kaedah ini yang merangkumi kerugian kuasa harmonik berkurangan sebanyak 10 peratus.

Penyebaran maklumat yang mencukupi mengenai profil dan butiran infrastruktur pengecasan komersial juga penting. Untuk memberikan pemandu maklumat yang tepat tentang lokasi, jenis infrastruktur pengecasan, peralatan pengecasan yang digunakan, kos operasi pengisian semula dan kualiti perkhidmatan, syarikat pembekal perlu mengemas kini pangkalan data yang berpusat secara berkala.

Dengan menentukan waktu dan lokasi pemandu kenderaan elektrik memerlukan pengisian bateri dapat membantu pemandu merancang perjalanan dengan lebih baik. Laman perancang laluan dan aplikasi mudah alih juga membantu pengguna jarak jauh dalam menganggarkan lokasi untuk mengemas kenderaan elektrik di perhentian seterusnya. Apabila kenderaan elektrik dicas penuh pada permulaan perjalanan, perisian ini dapat membantu menganggarkan kemungkinan pemandu akan tiba di destinasi tanpa perlu mengemas semula.

Selain itu, sistem pengurusan bateri mampu mengurus pelbagai parameter, termasuklah prosedur pengecasan adaptif, jumlah sel bateri, jenis dan konfigurasi, keupayaan transaksi pengecasan kenderaan ke grid dan penjadualan slot pengecasan yang kompleks.

Untuk memastikan sistem pengecasan sentiasa berfungsi, kesahihan sumber kuasa sangat diperlukan. Dengan cara ini, pengguna yakin bahawa tiada gangguan bekalan kuasa semasa pengecasan bateri.

Kemajuan kapasiti dan keselamatan bateri

Memandangkan kebimbangan jarak perjalanan dan bahaya kebakaran merupakan antara halangan terbesar terhadap penerimaan kenderaan elektrik secara meluas, terdapat permintaan mendesak terhadap bateri yang lebih selamat, lebih mampu milik, pantas dicas dan berkapasiti tinggi. Satu pertandingan kenderaan elektrik telah dianjurkan oleh Jabatan Tenaga Amerika Syarikat dengan tujuan untuk terus mengurangkan kos keseluruhan bateri litium-ion bagi pengguna.

Selain itu, Jabatan Tenaga Amerika Syarikat sedang meneroka teknologi litium-ion baharu yang boleh meningkatkan prestasi sebanyak dua kali ganda dan mengurangkan kos dengan ketara. Jabatan itu juga memperkenalkan inisiatif litium-ion masa hadapan yang merangkumi jenis litium seperti litium-metal, litium-sulfur, litium-air dan bahan bukan litium. Tambahan pula, Jepun juga merancang untuk mencapai matlamat meningkatkan ketumpatan tenaga bateri kepada 500 watt-jam per kilogram (Wh/kg) menjelang tahun 2030 melalui penggunaan bateri litium-ion.

Dengan tujuan untuk meningkatkan prestasi bateri kenderaan elektrik, pelbagai kaedah pembangunan teknologi bateri maju menggunakan bahan seperti fosfat besi litium, ion magnesium dan grafena. Teknologi bateri keadaan pepejal sedang menghampiri tahap kematangan. Teknologi ini sangat diiktiraf kerana potensinya dalam membina kapasitor dengan kapasiti penyimpanan yang besar dan unit penyimpanan berketumpatan tinggi. Dalam tempoh lima tahun hingga 10 tahun akan datang, sejenis bateri keadaan pepejal

dengan kapasiti penyimpanan yang besar akan diperkenalkan dalam pasaran kenderaan elektrik.

Selain itu, Nissan Global telah melancarkan seni bina bateri litium-ion baharu yang menawarkan kapasiti yang lebih besar, berat yang dikurangkan dan faktor bentuk yang lebih padat. Bateri moden berkapasiti 62 kilowatt-jam (kWh) ini menggabungkan bahan elektrod positif yang diperbuat daripada nikel-kobalt-mangan dan menggunakan sel struktur berlapis. Reka bentuk ini membolehkan ketumpatan tenaga yang lebih baik, kebolehpercayaan yang lebih tinggi dan jarak perjalanan yang lebih jauh.

Tambahan pula, gabungan sumber tenaga daripada dua atau lebih sumber boleh meningkatkan kitaran penyusutan bateri dan meningkatkan jarak perjalanan. Sebagai contoh, reka bentuk bateri dan superkapasitor. Superkapasitor terintegrasi berfungsi sebagai sumber tenaga tambahan, manakala bateri kenderaan sebagai sumber tenaga utama. Superkapasitor ini boleh dicas tambahan semasa pembrekan jana semula. Tenaga tambahan yang dihasilkan daripada sistem pembrekan jana semula disimpan dengan bantuan roda tenaga. Apabila simpanan bateri jatuh di bawah ambang tertentu, sel bahan bakar akan berfungsi sebagai peranti penyimpanan tambahan.

Untuk mengurangkan kemungkinan bateri terbakar, langkah pencegahan boleh diambil. Terdapat pengurangan besar dalam kemungkinan berlakunya kebakaran secara spontan apabila bateri tarikan dioperasikan dengan betul, yang menghalangnya daripada menjadi terlalu panas dan terlebih cas. Pemasangan Sistem Pengurusan Bateri (BMS) menyediakan cara untuk mencapai matlamat ini. BMS dilengkapi dengan sistem perlindungan utama dan sekunder yang direka untuk memutuskan bekalan kuasa dengan segera sekiranya berlaku bahaya kebakaran yang berpotensi. Selain itu, menjadi tanggungjawab pengeluar

untuk menyediakan pek bateri dengan bahan yang tidak mudah terbakar dan memastikan pemisahan sel yang betul bagi mengelakkan penyebaran kebakaran. Pembinaan mekanikal pek bateri juga mesti direka bentuk untuk meminimumkan penghantaran haba sebagai faktor risiko.

Di samping itu, jika sistem bateri dikendalikan dengan betul dan mengikut garis panduan pengeluar, kejadian kebakaran yang disebabkan oleh bateri litium-ion jarang-jarang berlaku. Untuk tujuan keselamatan bateri, kenderaan elektrik yang dipasarkan, termasuklah di Malaysia perlu mematuhi piawaian keselamatan tertentu seperti Peraturan Nombor 100 United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Peraturan ini menetapkan kriteria dan ujian keselamatan yang harus dipenuhi untuk mendapatkan pensijilan jenis bateri dan dibenarkan untuk digunakan dalam kenderaan, khususnya dengan memberikan tumpuan kepada rangkaian kuasa elektrik.

Peningkatan pengesanan kenderaan elektrik di jalan raya

Sebagai sebahagian daripada usaha untuk meningkatkan keselamatan pejalan kaki, Sistem Amaran Kenderaan Akustik telah direka dan dilaksanakan. Sistem ini berfungsi untuk menjadikan kenderaan elektrik lebih mudah didengar serta mengurangkan jumlah kemalangan kenderaan yang melibatkan pejalan kaki dan kenderaan elektrik. Fleury, Jamet, Roussarie, Bosc dan Chamard (2016) menguji kenderaan elektrik dengan empat jenis bunyi (tiada bunyi, perubahan pic kecil, perubahan pic besar dan perubahan pic dengan modulat gelombang sinus) untuk mengenal pasti cara bunyi luar mempengaruhi jarak pengesanan.

Para penyelidik mendapati bahawa dengan memasukkan bunyi luaran dapat meningkatkan jarak pengesanan dan menghasilkan pengesanan lebih awal. Selain itu, dengan mengubah frekuensi bunyi yang dinyatakan meningkatkan keberkesanan pengesanan. Penemuan

kajian ini menunjukkan bahawa kenderaan elektrik yang dilengkapi dengan bunyi amaran lebih mudah diakses oleh pejalan kaki kerana bunyinya yang lebih jelas, sekali gus meningkatkan keselamatan jalan raya.

Dalam pada itu, keupayaan pejalan kaki mengenali kenderaan elektrik mungkin dipengaruhi oleh unsur seperti permukaan jalan dan bunyi latar belakang, selain bunyi amaran. Mendonça, Freitas, Ferreira, Raimundo dan Santos (2013) telah melaksanakan kajian untuk menyiasat kadar pengesanan kenderaan yang mendekati pelbagai jenis permukaan jalan seperti batu, asfalt tebal dan terbuka, kenderaan termasuklah kenderaan hibrid penumpang kecil dan trak pikap serta bunyi latar belakang. Mereka mendapati bahawa ketiga-tiga faktor mempunyai kesan yang ketara terhadap pengesanan kenderaan, khususnya gabungan permukaan jalan berdesibel rendah dengan kenderaan elektrik (termasuklah kenderaan hibrid) yang memberikan bahaya paling ketara kepada keselamatan pejalan kaki.

Di samping itu, Grosse, Weber dan Van de Par (2013) telah menyiasat kebolehdengaran kenderaan berkuasa enjin pembakaran dalaman dan kenderaan elektrik dalam keadaan dua jenis bunyi latar belakang yang berbeza, iaitu hingar merah jambu dan bunyi lalu lintas. Walaupun intensiti bunyi latar belakang bagi kedua-dua jenis bunyi ialah 67 desibel, didapati bahawa kenderaan enjin pembakaran dalaman tidak semestinya dapat dikesan dalam semua keadaan.

Satu daripada faktor penting yang mempengaruhi potensi pengesanan kenderaan yang dikuasakan oleh elektrik ialah variasi dalam jumlah bunyi latar belakang yang hadir menerusi pelbagai persekitaran. Kajian pengesanan telah dijalankan oleh Poveda-Martínez *et al.* (2017) di tiga lokasi berbeza yang dicirikan oleh bunyi latar belakang yang berlaku di kaki lima pejalan kaki yang sesak di sebuah majlis perbandaran komersial (diukur pada 64.3 dBA),

jalan raya tiga lorong yang dipenuhi dengan kenderaan yang tidak bergerak (dikira pada 65.4 dBA) dan taman dengan tahap bunyi yang diukur pada 55.3 dBA. Kajian tersebut mendedahkan bahawa pelbagai bunyi ambien mungkin memberikan kesan yang ketara terhadap keupayaan pejalan kaki untuk mengesan bunyi amaran yang dihasilkan oleh kenderaan elektrik.

Berdasarkan kajian ini, jelaslah bahawa bunyi latar belakang memainkan peranan penting dalam mempengaruhi keupayaan pejalan kaki untuk mengesan kehadiran kenderaan elektrik. Oleh itu, untuk menyiasat kebolehsesakan bunyi amaran untuk kenderaan elektrik, kesan bunyi latar belakang perlu dinilai dalam kajian yang berkaitan.

Sebagai kesimpulannya, dengan adanya agenda karbon neutral dan dasar kerajaan yang menyokong penggunaan kenderaan elektrik, masa hadapan pengangkutan akan menuju ke arah kenderaan elektrik. Malaysia sebagai negara yang komited kepada penurunan pelepasan karbon dan kelestarian alam sekitar perlu menghadapi cabaran dan mengoptimalkan peluang dalam pelaksanaan penggunaan kenderaan elektrik secara meluas. Kenderaan elektrik bukan sahaja dapat membantu mengurangkan pelepasan gas rumah hijau, tetapi juga dapat meningkatkan kualiti udara di bandar besar yang terkesan disebabkan oleh pencemaran udara akibat kenderaan berasaskan bahan api fosil.

Walaupun bagaimanapun, terdapat beberapa cabaran utama yang perlu ditangani untuk mempercepat penerimaan kenderaan elektrik. Hal ini termasuklah kebimbangan jarak perjalanan, kekurangan infrastruktur pengecasan, risiko kebakaran bateri serta isu pengesanan kenderaan elektrik di jalan raya yang boleh mengakibatkan risiko kemalangan. Untuk mengatasi kebimbangan jarak perjalanan, infrastruktur pengecasan perlu ditingkatkan di seluruh negara,

terutamanya di kawasan yang kurang maju. Peningkatan kapasiti bateri dan keselamatan juga penting untuk memastikan bahawa kenderaan elektrik selamat digunakan dalam semua keadaan tanpa risiko kebakaran yang besar.

Selain itu, pengenalan Sistem Amaran Kenderaan Akustik dan penyelidikan tambahan mengenai bunyi kenderaan elektrik boleh meningkatkan keselamatan jalan raya, terutamanya kepada pejalan kaki. Tahap bunyi yang lebih rendah yang dihasilkan oleh kenderaan elektrik boleh menyebabkan risiko keselamatan, tetapi dengan teknologi bunyi amaran yang diperbaiki, risiko ini dapat diminimumkan.

Malaysia juga memerlukan dasar yang lebih jelas dan kukuh untuk mempromosikan penggunaan kenderaan elektrik dalam kalangan masyarakat. Pendidikan kepada pengguna mengenai manfaat kenderaan elektrik, termasuklah penjimatan kos jangka panjang dan impak positif terhadap alam sekitar merupakan kunci untuk mempercepat penerimaan teknologi ini. Pembuat dasar, pengeluar kenderaan dan pengguna mestilah bekerjasama untuk memastikan industri kenderaan elektrik di Malaysia terus berkembang dan memberikan impak positif kepada kelestarian negara.

Akhirnya, pelbagai penyelesaian telah dicadangkan dalam penulisan ini, daripada peningkatan infrastruktur pengecasan kepada teknologi bateri yang lebih selamat dan peningkatan pengesanan kenderaan di jalan raya. Cabaran ini jika diatasi dengan berkesan akan membuka jalan untuk perkembangan dan pertumbuhan industri kenderaan elektrik di Malaysia dan seterusnya menyumbang kepada matlamat kelestarian negara serta mengurangkan impak perubahan iklim global. @

Ts. Mohd Firdaus Mohd Siam,
Pegawai Penyelidik Kanan,
Institut Penyelidikan Keselamatan
Jalan Raya Malaysia (MIROS).