

Peran Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai dalam Mengurangi Permintaan BBM di Indonesia

Agus Sugiyono[#], Ira Fitriana, Irawan Rahardjo, Joko Santosa
Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Gedung 620, Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan, Indonesia
[#]agus.sugiyono@brin.go.id

Abstrak

Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan kendaraan bermotor konvensional, antara lain lebih hemat energi, berkinerja lebih baik, lebih ramah lingkungan, dan mengurangi ketergantungan penggunaan energi fosil. Dominasi kendaraan bermotor konvensional yang menggunakan BBM perlu dikurangi dan digantikan dengan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Penelitian ini bertujuan mengkaji peran kendaraan bermotor listrik berbasis baterai dalam mengurangi permintaan BBM. Pengurangan penggunaan BBM melalui pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak LEAP (*Low Emissions Analysis Platform*). Model menggunakan tahun dasar 2018 dan periode proyeksi hingga tahun 2050. Analisis dilakukan dalam model dengan menggunakan dua skenario, yaitu skenario BASE dan skenario KBL. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa penggunaan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai pada tahun 2050 dapat menghemat BBM sebesar 358 juta SBM dan hanya meningkatkan penggunaan listrik sebesar 119 juta SBM. Pengurangan penggunaan BBM akan mengurangi impor yang dapat berdampak positif terhadap neraca perdagangan nasional.

Kata kunci: kendaraan bermotor listrik, substitusi BBM

Abstract

Battery electric vehicles have several advantages compared to conventional vehicles, i.e. more energy efficient, better performance, more environmentally friendly, and reduce dependence on the use of fossil energy. The dominance of conventional vehicles that use oil fuel needs to be reduced and replaced with battery electric vehicles. This study aims to examine the role of battery-based electric motorized vehicles in reducing fuel demand. Reducing oil fuel use through the development of battery electric vehicles is modeled using LEAP (Low Emissions Analysis Platform) software. The model uses the base year of 2018 and the projection period until 2050. Analysis is carried out in the model using two scenarios, namely the BASE scenario and the KBL scenario. The model results show that the use of battery electric vehicles in 2050 can save oil fuel by 358 million BOE and only increase electricity usage by 119 million BOE. Reducing the use of oil fuel will reduce imports which can have a positive impact on the national trade balance.

Keywords: electric vehicle, oil fuel substitution

I. PENDAHULUAN

Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai mendapat perhatian yang serius dari pemerintah Indonesia sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi energi. Usaha tersebut diwujudkan melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan

Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan. Perpres tersebut diharapkan dapat mendorong industri dalam negeri untuk menguasai teknologi serta dapat sebagai produsen dan eksportir kendaraan bermotor listrik berbasis baterai.

Hingga tahun 2019, realisasi penjualan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai di

Indonesia sebanyak 40 unit untuk kendaraan roda 4 dan 1256 unit untuk kendaraan roda 2 [1]. Sedangkan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) yang sudah terpasang saat ini berjumlah 80 unit yang tersebar di Jakarta, Tangerang, Bandung, Yogyakarta, Solo, dan Surabaya [2].

Dibandingkan dengan kendaraan bermotor konvensional, kendaraan bermotor listrik berbasis baterai memiliki beberapa kelebihan, antara lain lebih hemat energi, berkinerja lebih baik, lebih ramah lingkungan, dan mengurangi ketergantungan penggunaan energi fosil [3]. Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai mengkonversi lebih dari 77% energi listrik dari baterai menjadi daya pada roda, sedang kendaraan bensin konvensional hanya mengkonversi sekitar 12% - 30% dari energi yang tersimpan dalam bensin menjadi daya pada roda [4]. Motor listrik memberikan operasi yang tenang, mulus dan akselerasi yang lebih kuat oleh karena itu kendaraan bermotor listrik berbasis baterai sangat responsif dan memiliki torsi yang sangat baik. Selain itu, kendaraan bermotor listrik membutuhkan perawatan yang lebih sedikit dari pada mesin pembakaran internal (*internal combustion engine*).

Dari sisi lingkungan, kendaraan bermotor listrik berbasis baterai tidak menimbulkan emisi polutan dari gas buang sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan. Sedangkan dari sisi emisi gas rumah kaca (GRK) yang berkontribusi terhadap perubahan iklim, kendaraan bermotor listrik dapat ikut memperkecil emisi GRK bila pembangkit listrik yang digunakan berasal dari energi terbarukan, seperti: tenaga air, panas bumi, surya, atau angin. Ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil, seperti: bahan bakar minyak (BBM) dan gas, membuat alat transportasi konvensional rentan terhadap lonjakan harga dan gangguan penyediaan energi. Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai membantu mengurangi ancaman ini karena energi listrik dapat diproduksi oleh pembangkit listrik dengan menggunakan berbagai sumber energi domestik, seperti: batubara, gas alam dan sumber-sumber energi terbarukan.

Sektor transportasi merupakan pengguna terbesar energi final di Indonesia [5]. Teknologi yang digunakan di sektor ini masih didominasi oleh penggunaan peralatan yang berbasis BBM. Oleh karena itu BBM masih mendominasi penggunaan energi di sektor transportasi, terutama bensin (*gasoline*) dan minyak solar (*gasoil*). Pangsa penggunaan BBM di sektor transportasi mencapai 99,9% dari total penggunaan energi di sektor transportasi, sedang sisanya berupa bahan bakar gas (BBG) dan listrik [6]. Produksi BBM dalam negeri

sudah tidak dapat mencukupi sehingga diperlukan impor. Impor BBM jenis bensin merupakan yang terbesar dibanding jenis BBM lainnya, kemudian diikuti oleh minyak solar. Dalam sepuluh tahun terakhir ini, impor BBM cenderung terus meningkat [7] dan dikhawatirkan dapat memberatkan neraca perdagangan [8]. Pada tahun 2012-2014 dan tahun 2018-2019 bahkan terjadi defisit neraca perdagangan yang disebabkan impor BBM [9]. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif substitusi BBM dengan penggunaan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai.

II. METODE PENELITIAN

A. Model Energi

Proyeksi permintaan energi akibat dari pengembangan kendaraan listrik berbasis baterai dimodelkan dengan menggunakan perangkat lunak LEAP (*Low Emissions Analysis Platform*). LEAP sudah banyak digunakan untuk menganalisis kebijakan energi dan mitigasi perubahan iklim. LEAP merupakan model energi berbasis skenario terintegrasi yang dapat digunakan untuk memproyeksikan permintaan dan penyediaan energi di semua sektor ekonomi serta ekstraksi sumber daya energinya. LEAP mendukung bermacam metodologi pemodelan, dari *bottom-up* hingga *top-down* [10], [11]. Metodologi pemodelan yang digunakan untuk mengestimasi permintaan energi untuk sektor ekonomi, seperti: sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial dan lainnya adalah dengan model *bottom-up* melalui pendekatan *end-use*. Metodologi *stock turnover* khusus digunakan untuk sektor transportasi darat. Dengan metode tersebut permintaan energi dihitung berdasarkan perkalian antara aktivitas dengan intensitas energinya [12].

Sisi penyediaan energi dalam LEAP mencakup teknologi konversi dan proses yang terdiri atas pembangkit listrik, kilang minyak, kilang gas, regasifikasi dan instalasi transformasi energi lainnya. Sisi penyediaan energi dimodelkan dalam LEAP menggunakan pendekatan simulasi dan khusus untuk pembangkit listrik menggunakan optimasi. Teknik simulasi hanya didasarkan pada peningkatan kapasitas untuk memenuhi permintaan energi atau pengembangan kapasitas berdasarkan peta jalan yang sudah ditetapkan, misalnya untuk kilang minyak. Teknik optimasi pada pembangkit listrik menggunakan fungsi obyektif *least cost* yang artinya akan dipilih opsi pembangkit yang memberikan total biaya produksi listrik paling murah.

B. Asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan untuk memproyeksikan permintaan energi adalah sebagai berikut:

1. Tahun dasar yang digunakan adalah 2018 dan diproyeksikan hingga tahun 2050.
2. Proyeksi pertumbuhan PDB diolah berdasarkan Rancangan Teknokratis RPJMN 2020-2024 [13][14].
3. Elastisitas pertumbuhan sektor industri, transportasi, komersial dan lainnya terhadap PDB mengikuti tren sebelumnya [15].
4. Pada periode 2019-2035, pertumbuhan penduduk dan laju urbanisasi berdasarkan proyeksi Bappenas-BPS-UNFPA, sedangkan pada periode 2036-2050 dihitung berdasarkan tren pertumbuhan sebelumnya [16].
5. Anggota keluarga dalam satu rumah tangga diasumsikan ada 4 orang dan berlaku hingga 2050.
6. Konsumsi energi pada tahun dasar dihitung berdasarkan *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2019*, Kementerian ESDM [6].
7. Indonesia diasumsikan dapat mencapai rasio elektrifikasi 100% pada tahun 2020.
8. Permintaan kayu bakar di sektor rumah tangga yang merupakan energi non-komersial tidak diperhitungkan dalam model.
9. Permintaan BBM subsidi dan non subsidi dijadikan agregat.
10. Konservasi energi sudah diperhitungkan dalam model.

Asumsi ekonomi makro dan demografi yang digunakan dalam model ditunjukkan pada Tabel 1. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam proyeksi penyediaan energi adalah:

1. Penyediaan gas bumi sudah mempertimbangkan ladang gas yang sedang dikembangkan mencakup Tangguh, Jambaran Tiung Biru, IDD dan Masela serta mempertimbangkan cadangan terbukti dan potensial yang diperoleh dari data Kementerian ESDM.
2. Cadangan batubara dan minyak bumi dihitung berdasarkan data dari Kementerian ESDM tahun

2019. Cadangan minyak yang diperhitungkan dalam model hanya cadangan terbukti dan potensial, sedangkan cadangan batubara yang diperhitungkan adalah cadangan tertambang dan cadangan terbukti.

3. Rencana pengembangan kilang minyak Pertamina RDMP (*Refinery Development Master Plan*) dan GRR (*Grass Roof Refinery*) dipertimbangkan dalam model [17].
4. Pembangunan jaringan gas (Jargas) untuk rumah tangga diperhitungkan berdasarkan Renstra Kementerian ESDM.
5. Penyediaan biodiesel diasumsikan naik secara bertahap hingga mencapai 30% pada tahun 2020 dan setelah itu konstan sampai tahun 2050.
6. Harga energi primer maupun bahan bakar pembangkit pada tahun 2019-2050 disesuaikan dengan tren pertumbuhan sebelumnya.
7. Biaya investasi, operasional dan perawatan pembangkit listrik mengacu pada katalog teknologi pembangkit yang diterbitkan oleh Kementerian ESDM.
8. Konservasi untuk penyediaan energi diperhitungkan melalui pemanfaatan teknologi yang efisien.

C. Skenario

LEAP dirancang dengan konsep analisis skenario. Skenario merupakan alur cerita yang konsisten untuk pengembangan sistem energi dari waktu ke waktu. Dengan menggunakan LEAP, analisis kebijakan dapat dilakukan dengan membuat beberapa skenario dan kemudian mengevaluasi setiap skenario tersebut dengan membandingkan permintaan energi, biaya dan manfaat, serta dampak lingkungannya. Dalam kajian ini, perhitungan dilakukan untuk dua skenario, yaitu: skenario *baseline* (skenario BASE) dan skenario kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (skenario KBL).

Tidak ada perbedaan asumsi makro ekonomi dan demografi antara kedua skenario tersebut. Jenis kendaraan bermotor listrik berbasis baterai yang dimodelkan dalam kajian ini hanya mobil listrik

Tabel 1. Asumsi ekonomi makro dan demografi

| Keterangan | Satuan | Tahun | | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2018 | 2020 | 2025 | 2050 |
| PDB | triliun Rupiah (konstan 2010) | 10.425 | 11.502 | 14.714 | 50.472 |
| Pertumbuhan PDB | %/tahun | 5,2 | 5,1 | 5,1 | 5,0 |
| Populasi | juta jiwa | 264,71 | 271,05 | 284,81 | 322,56 |
| Pertumbuhan Populasi | %/tahun | 1,19 | 1,19 | 1,00 | 0,24 |
| Jumlah Anggota Keluarga | jiwa | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Rasio Elektrifikasi | % | 97,5 | 100 | 100 | 100 |

dengan baterai dan sepeda motor listrik. Dibandingkan dengan jenis mobil listrik lainnya, tingkat penetrasi pasar mobil listrik dengan baterai diprediksi akan lebih tinggi. Selain karena didukung oleh kebijakan pemerintah, mobil listrik ini lebih diminati konsumen karena bahan bakar yang digunakan sepenuhnya dari listrik.

Perbedaan asumsi antara skenario BASE dan skenario KBL adalah:

1. Skenario BASE

Skenario BASE diasumsikan bahwa belum ada penggunaan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai pada moda transportasi jalan raya sampai dengan tahun 2050.

2. Skenario KBL

Untuk skenario KBL, pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai mengacu pada peta jalan yang dibuat oleh Kementerian Perindustrian [18]. Penjualan mobil listrik meningkat sebesar 0,0046% pada tahun 2019 dan menjadi 77,5% pada tahun 2050 untuk seluruh penjualan mobil penumpang pada tahun yang sama. Sedangkan tingkat penjualan sepeda motor listrik meningkat sebesar 0,0184% dan menjadi 82,5% untuk seluruh penjualan sepeda motor pada periode yang sama.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Kendaraan Bermotor Listrik

Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (mobil listrik dan sepeda motor

listrik) akan berpengaruh pada sektor transportasi, khususnya untuk penggunaan kendaraan bermotor (mobil dan sepeda motor). Pada skenario KBL, terjadi substitusi penggunaan mobil dan sepeda motor berbasis *internal combustion engine* (ICE) dengan mobil listrik dan sepeda motor listrik untuk jangka panjang. Perkembangan jumlah mobil dan sepeda motor untuk skenario BASE dan skenario KBL ditunjukkan pada Tabel 2.

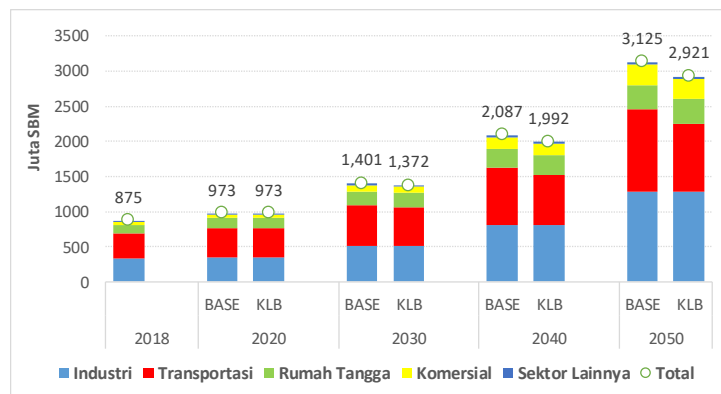
B. Permintaan Energi dan BBM

Pada tahun 2018 konsumsi energi final nasional mencapai sebesar 936,34 juta SBM (setara barel minyak). Selama kurun waktu 2008-2018 sektor transportasi mempunyai pangsa konsumsi energi yang terbesar yakni mencapai 40% dari total konsumsi energi final. Pertumbuhan konsumsi energi sektor transportasi rata-rata sebesar 6,6% per tahun. Konsumsi energi sektor transportasi yang cukup besar ini karena sektor transportasi merupakan sektor yang dapat memobilisasi sektor pengguna energi lainnya.

Pada skenario BASE, permintaan energi final tumbuh rata-rata sebesar 3,9% per tahun selama kurun waktu 2018-2050. Pada skenario KBL pertumbuhan permintaan energi lebih rendah dari skenario BASE yaitu sebesar 3,7% per tahun. Proyeksi pertumbuhan permintaan energi untuk kedua skenario ditunjukkan pada Gambar 1. Penurunan permintaan energi ini terjadi karena pada skenario KBL sudah digunakan kendaraan listrik berbasis baterai yang mempunyai efisiensi lebih tinggi.

Tabel 2. Perkembangan jumlah mobil dan sepeda motor

| (Juta Unit) | 2018 | 2030 | | 2050 | |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | BASE | KBL | BASE | KBL |
| Mobil ICE | 16.5 | 26.6 | 25.9 | 60.9 | 57.8 |
| Mobil Listrik | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 3.1 |
| Sepeda Motor ICE | 119.4 | 167.3 | 164.3 | 246.7 | 236.8 |
| Sepeda Motor Listrik | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 9.9 |



Gambar 1. Proyeksi permintaan energi per sektor

Pengembangan kendaraan listrik berbasis baterai akan mempengaruhi secara langsung bauran energi di sektor transportasi. Kendaraan listrik berbasis baterai yang meningkat akan meningkatkan penggunaan listrik tetapi akan mengurangi penggunaan BBM. Proyeksi permintaan energi di sektor transportasi ditunjukkan pada Gambar 2.

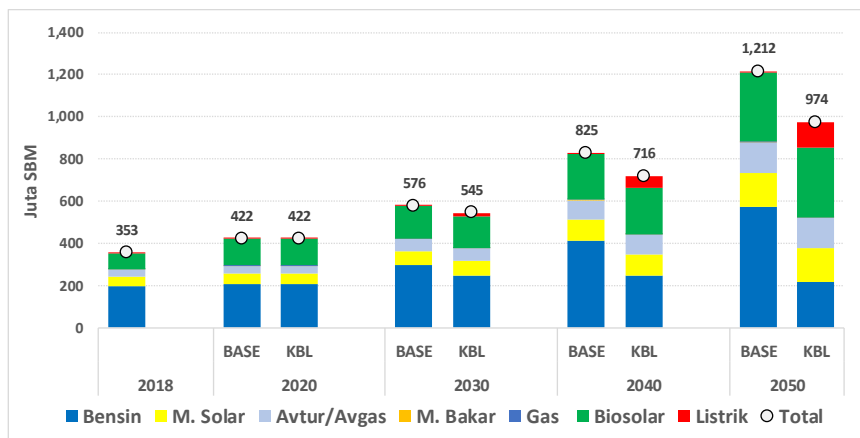
Pada tahun 2018, pangsa penggunaan bensin mencapai 56% karena sektor transportasi didominasi oleh kendaraan pribadi berupa mobil dan sepeda motor yang hingga saat ini masih menggunakan teknologi berbahan bakar bensin. Kemudian diikuti oleh penggunaan biosolar sebesar 21%. Pangsa biodiesel yang dipertimbangkan saat ini adalah biosolar dengan campuran biodiesel sebesar 20%. Pangsa penggunaan minyak solar murni hanya 13% yaitu untuk kendaraan tertentu yang tidak mengisi bahan bakarnya di Stasiun Pengisian Bahan bakar Umum (SPBU). Penggunaan avtur dan avgas sebesar 10% untuk pesawat udara. Sedangkan penggunaan listrik dan gas masih sangat sedikit [6]. Pada Gambar 3

ditunjukkan pangsa penggunaan energi per jenis di sektor transportasi.

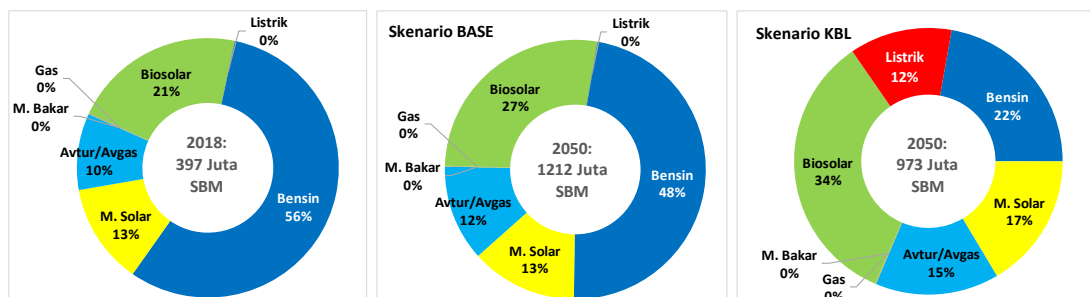
Pada tahun 2050, terjadi perbedaan komposisi bahan bakar yang cukup signifikan antara kedua skenario. Pada skenario BASE, penggunaan bensin masih mendominasi dengan pangsa sebesar 47%, sedangkan pada skenario KBL penggunaan bensin sudah mulai berkurang menjadi 22% dan diisi dengan pemanfaatan energi listrik. Pada tahun 2050 untuk skenario BASE, pemanfaatan listrik hanya 0.07% yang digunakan untuk kereta rel listrik (KRL). Pada skenario KBL, diperkirakan jumlah kendaraan bermotor listrik berbasis baterai akan mencapai 40% dari penjualan mobil dan sepeda motor, sehingga pemanfaatan listrik meningkat menjadi 12%.

C. Pengurangan Permintaan BBM

Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai akan mengurangi penggunaan BBM jenis bensin. Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai yang digunakan hanya terbatas



Gambar 2. Proyeksi permintaan energi di sektor transportasi



Gambar 3. Pangsa penggunaan energi per jenis di sektor transportasi

pada mobil listrik untuk penumpang dan sepeda motor listrik, yang keduanya hanya menggantikan kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. Pada Gambar 4 terlihat bahwa penghematan BBM hanya sebesar 47 juta SBM pada tahun 2030 dan meningkat menjadi sebesar 358 juta SBM pada tahun 2050. Disamping menghemat BBM, kendaraan bermotor listrik berbasis baterai juga membutuhkan energi listrik. Permintaan listrik mencapai 16 juta SBM pada tahun 2030 dan meningkat menjadi 119 juta SBM pada tahun 2050. Dari pengurangan BBM dan kenaikan penggunaan listrik masih didapat penurunan total penggunaan energi yang dinyatakan dalam Δ . Secara kumulatif dalam kurun waktu 2018-2050 nilai Δ mencapai 2.596 juta SBM.

Penghematan BBM ini secara langsung juga akan mengurangi impor BBM, khususnya bensin. Pengurangan impor bensin untuk skenario KBL dibandingkan dengan skenario BASE ditunjukkan pada Gambar 5.

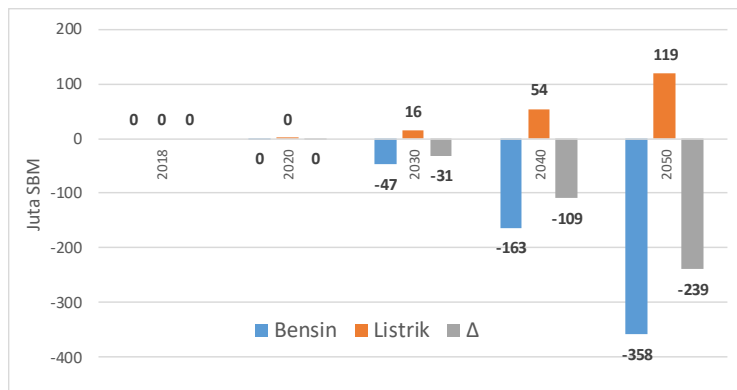
Impor BBM akan menurun pada tahun 2030 karena pembangunan kilang minyak Pertamina melalui RDMP dan GRR sudah beroperasi. Namun untuk jangka panjang impor BBM akan meningkat lagi seiring dengan meningkatnya permintaan BBM dalam negeri. Pada tahun 2050 impor BBM mencapai 617 juta SBM untuk skenario BASE dan

dapat ditekan menjadi 272 juta SBM untuk skenario KBL.

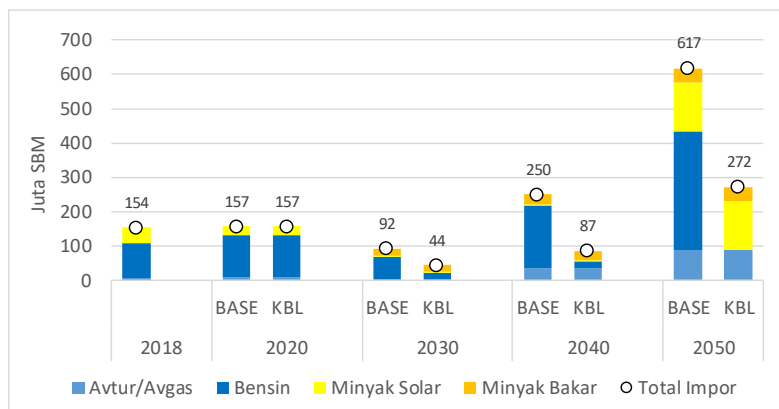
IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Pemerintah menaruh perhatian yang besar dalam pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai di dalam negeri. Regulasi pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai sudah dikeluarkan dengan harapan para pelaku industri otomotif di Indonesia segera merancang dan membangun pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, khususnya mobil listrik. Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai akan berpengaruh pada sektor transportasi, khususnya untuk mobil dan sepeda motor. Secara umum pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai akan menurunkan permintaan energi pada skenario KBL. Skenario KBL sudah mempertimbangkan penggunaan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai yang mempunyai efisiensi lebih tinggi dari pada kendaraan berbasis ICE. Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai akan mengurangi penggunaan BBM jenis bensin. BBM yang dapat dihemat hanya sebesar 47 juta SBM pada tahun 2030 dan meningkat menjadi sebesar 358 juta SBM pada



Gambar 4. Pengurangan permintaan BBM untuk skenario KBL terhadap skenario BASE



Gambar 5. Impor BBM untuk skenario KBL dan skenario BASE

tahun 2050. Disamping menghemat BBM, kendaraan bermotor listrik berbasis baterai juga membutuhkan energi listrik dan mencapai 16 juta SBM pada tahun 2030 dan meningkat menjadi 119 juta SBM pada tahun 2050. Pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai juga berpengaruh baik dalam mengurangi impor BBM. Pada tahun 2050 impor BBM mencapai 617 juta SBM untuk skenario BASE dan dapat ditekan menjadi 272 juta SBM untuk skenario KBL. Pengurangan impor BBM ini pada akhirnya berdampak positif terhadap neraca perdagangan nasional.

B. Saran

Berdasarkan peta jalan pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai dari Kementerian Perindustrian, dengan pengembangan yang optimis pun secara keseluruhan pangsa kendaraan bermotor listrik berbasis baterai terhadap total jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi masih relatif sedikit. Masih banyak peluang untuk meningkatkan pangsa tersebut dengan tetap memprioritaskan pengembangan industri kendaraan bermotor listrik berbasis baterai dalam negeri. Kementerian Perindustrian perlu menyusun langkah strategis untuk mengimplementasikan pengembangan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai ke depan. Kementerian Perindustrian bersama pemangku kepentingan terkait perlu terus mendorong produksi kendaraan beremisi karbon rendah (*low carbon emission vehicle/LCEV*) dalam negeri yang lebih ramah lingkungan. Penetrasi pasar LCEV yang besar akan cukup signifikan untuk menghemat penggunaan BBM.

REFERENSI

- [1] I. Marciano, "Laporan Khusus Kendaraan Listrik", *IESR*, 2020.
- [2] PLN, "Roadmap Lokasi Sebaran SPKLU", *Devisi Pengembangan Produk*, PLN, 2020.
- [3] M. Aziz, Y. Marcellino, I.A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin dan J. W. Simatupang, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik", *Tesla*, vol. 22, no. 1, Maret 2020.
- [4] DOE, "All-Electric Vehicles", *US Department of Energy*, fueleconomy.gov, accessed July 2, 2020.
- [5] IESR, *Indonesia Clean Energy Outlook: Tracking Progress and Review of Clean Energy Development in Indonesia*, Institute for Essential Services Reform, Jakarta, 2019.
- [6] MEMR, *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2018*, Final Edition, Ministry of Energy and Mineral Resources, 2018, Jakarta.
- [7] A. F. Sa'adaha, A. Fauzib, and B. Juanda, "Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik", *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, vol. 17 no. 2 Januari 2017.
- [8] Sutrisno, "Masalah dan Strategi Mengatasi Defisit Neraca Perdagangan Indonesia", *Jurnal Ekonomi*, vol. 21, no. 3, Oktober 2019.
- [9] A. Sugiyono, Anindhita, I. Fitriana, L.O.M.A. Wahid, dan Adiarso (Editor), *Outlook Energi Indonesia 2019: Dampak Peningkatan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Terhadap Perekonomian Nasional*, PPIPE-BPPT, 2019, Jakarta.
- [10] L. Rivera-González, D. Bolonio, L.F. Mazadiego, and R. Valencia-Chapi, "Long-Term Electricity Supply and Demand Forecast (2018–2040): A LEAP Model Application towards a Sustainable Power Generation System in Ecuador", *Sustainability*, vol. 11, pp. 1-19, 2019.
- [11] N. S. Ouedraogo, "Energy futures modelling for African countries: LEAP model application", *WIDER Working Paper 2017/56*, United Nation University, 2017.
- [12] S. Suehiro, "Scenario Analysis of Transport Energy Demand Outlook in Indonesia", *IEEJ*, 2018.
- [13] Bappenas, *Rancangan Teknokratis Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2019.
- [14] Bappenas, "Visi Indonesia 2045", *Dipresentasikan pada Orasi Ilmial*, Universitas Indonesia, 26 September 2017.
- [15] BPS, *Statistik Indonesia 2018*, Badan Pusat Statistik, 2019, Jakarta.
- [16] Bappenas, *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional bekerja sama dengan Badan Pusat Statistik dan United Nations Population Fund, 2013, Jakarta.
- [17] Pertamina, "Pengembangan Kapasitas Kilang & Green Refinery Initiatives", *FGD Roadmap Biofuel Berbasis CPO 2019-2045*, Ditjen EBTKE, Kementerian ESDM, Bogor, 14 Juni, 2019.
- [18] Kemenperin, "Harmonisasi Program LCEV Terhadap Perkembangan Teknologi Power Train di Dunia", *Dipresentasikan dalam Seminar Future Train Technology Scenario*, GIIAS, Kementerian Perindustrian, 25 Juli, 2019.

