

SMK di Era Mobil Listrik: Peluang, Tantangan dan Kebijakan Masa Depan

Adi Putra Purnomo^{*1}, Nugroho Agung Pambudi², Abdul Haris Setiawan³

^{1,2,3}Pasca Sarjana Pendidikan Guru Vokasi, Universitas Sebelas Maret
Email: adiputrapurnomo@student.uns.ac.id^{*1}, agung.pambudi@staff.uns.ac.id²,
aharis@staff.uns.ac.id³

Abstrak

Perkembangan teknologi mobil listrik yang pesat menuntut kesiapan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kompetensi yang sesuai kebutuhan dunia industri saat ini dan masa mendatang. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) memiliki peran dalam mencetak lulusan yang mampu beradaptasi dengan teknologi mobil listrik. Namun, terdapat beberapa tantangan utama yang meliputi kurangnya integrasi pembelajaran mobil listrik dalam kurikulum, keterbatasan sarana praktik, serta masih kurangnya keterampilan guru tentang mobil listrik. Disisi lain, terdapat peluang guna menghadapi tantangan tersebut melalui perbaruan kurikulum, peningkatan program *link and match* antara sekolah dengan dunia kerja industri otomotif penyedia mobil listrik dan peningkatan kompetensi guru yang merata guna mempercepat transformasi pendidikan kejuruan yang relevan dengan era kendaraan mobil listrik. Tulisan ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan studi konseptual. Mengkaji dari beberapa sumber yang relevan kemudian menciptakan sebuah alternatif konsep adaptasi SMK terhadap teknologi mobil listrik dan kebijakan dimasa depan.

Kata kunci: SMK, teknik kendaraan ringan, mobil listrik.

Vocational High Schools in the Era of Electric Car: Opportunities, Challenges and Future Policies

Abstract

The rapid development of electric vehicle technology demands the readiness of human resources (HR) with competencies that meet the needs of the current and future industrial world. Vocational High Schools (SMK), particularly the Light Vehicle Engineering (TKR) department, have a role in producing graduates who are able to adapt to electric vehicle technology. However, several major challenges exist, including the lack of integration of electric vehicle learning in the curriculum, limited practical facilities, and the continued lack of teacher skills regarding electric vehicles. On the other hand, there are opportunities to address these challenges through curriculum updates, improving link and match programs between schools and the automotive industry providing electric vehicles, and increasing teacher competency evenly to accelerate the transformation of vocational education relevant to the electric vehicle era. This paper uses a literature study method with a conceptual study approach. Reviewing several relevant sources, it then creates an alternative concept for adapting vocational high schools to electric vehicle technology and future policies.

Keywords: SMK, light vehicle; electric car.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di sektor otomotif terus mengalami peningkatan yang pesat dalam beberapa waktu terakhir, ditambah dengan meningkatnya perhatian global terhadap isu lingkungan dan kebutuhan energi berkelanjutan. Pembangunan industri dan transportasi berpengaruh terhadap penurunan kualitas udara yang disebabkan oleh polusi. Sektor transportasi menempati urutan ke 2 sebagai penyumbang polusi udara.

Pasca pandemi covid-19, tahun 2022 peningkatan emisi CO₂ di bidang transportasi mencapai lebih dari 250 Mt CO₂ menjadi hampir 8 Gt CO₂. Peningkatan ini berdasarkan pulihnya aktivitas di sektor ekonomi dan transportasi. Peningkatan tersebut 3% lebih tinggi dibanding tahun sebelumnya. Emisi CO₂ di bidang transportasi tumbuh dengan rata-rata 1,7% per tahun. Penurunan emisi CO₂ di bidang transportasi diperlukan demi mencapai *Net Zero Emissions* (NZE) pada 2060. Emisi CO₂ dari sektor transportasi harus turun lebih dari 25% menjadi sekitar 6 Gt pada tahun 2030 untuk mencapai skenario NZE. Pengoprasian kendaraan rendah dan tanpa emisi diperlukan untuk mencapai pengurangan emisi [1].

Sektor transportasi juga merupakan salah satu pengguna energi terbesar, dan energi yang paling banyak digunakan pada sektor transportasi saat ini adalah bahan bakar minyak (BBM). Skala global mencatat, sebagian besar kebutuhan energi dipasok dari bahan bakar fosil sebesar atau sekitar 80%. Penggunaan BBM yang terus menerus, dikhawatirkan dapat menimbulkan krisis energi. Minyak merupakan sumber energi fosil yang butuh waktu sangat lama untuk diperbarui. Sehingga tidak sebanding antara pemakaian dengan penciptaan kembali. Salah satu inovasi dibidang teknologi otomotif adalah mobil listrik, yang dianggap sebagai salah satu solusi mengurangi emisi gas karbon dioksida dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. [2]

Sejak tahun 2019, Indonesia bersiap untuk transisi dari kendaraan berbahan bakar minyak ke kendaraan berbasis listrik (Lim, 2022). Pemerintah melakukan percepatan perkembangan kendaraan listrik yaitu, Perpres 55 tahun 2019 yang kemudian direvisi dalam Perpres 79 tahun 2023 tentang percepatan program kendaraan bermobil listrik berbasis baterai. Selain itu, Permenhub No. 65 Tahun 2020, berisi tentang konversi sepeda motor menggunakan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai [3]

Demi mempercepat perkembangan kendaraan listrik, pemerintah melalui Perpres 79 tahun 2023 memberikan beberapa insentif bagi perusahaan yang berfokus dalam perkembangan kendaraan listrik, diantaranya adalah pembebasan bea masuk dan pajak untuk perusahaan yang ingin mengimpor mobil listrik utuh, dengan syarat perusahaan berkomitmen untuk membangun pabrik mobil listrik di Indonesia serta memproduksi mobil listrik sesuai jumlah yang diimpor. Hal ini diharapkan mendorong investasi dan pengembangan industri kendaraan listrik, sehingga dapat menjamin ketersediaan mobil listrik di Indonesia [4].

Peralihan dari kendaraan berbahan bakar konvensional ke kendaraan listrik, menuntut adanya perubahan di berbagai sektor, termasuk pendidikan vokasi khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang memiliki jurusan otomotif. SMK ikut memegang peranan dalam mempersiapkan tenaga kerja yang terampil dan kompeten sesuai pasar kerja dan kemajuan teknologi. [5]. Jurusan otomotif SMK saat ini masih terbatas mempelajari teknologi mesin mobil berbahan bakar minyak. Namun, dengan cepatnya perkembangan teknologi mobil listrik, diperlukan penyesuaian kurikulum, metode pembelajaran, dan peningkatan kapabilitas guru serta siswa agar lulusan SMK otomotif siap menghadapi tantangan dan peluang di era kendaraan listrik.

Indonesia dalam merespon peralihan menuju teknologi mobil listrik telah melakukan beberapa upaya melalui berbagai regulasi dan inisiasi untuk mempercepat transisi kendaraan listrik. Hal tersebut juga menekankan pentingnya peningkatan keterampilan teknis bagi tenaga kerja masa depan, terutama yang berasal dari jalur vokasi. Oleh karena itu, analisis mengenai peran SMK jurusan otomotif dalam mendukung adaptasi perkembangan teknologi mobil listrik menjadi sangat relevan, tidak hanya untuk memastikan kesiapan lulusan SMK dalam memasuki dunia kerja, namun juga mendukung agenda nasional terkait perkembangan teknologi berkelanjutan.

Berdasarkan pemaparan diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana SMK jurusan otomotif berperan dalam mengadaptasi teknologi mobil listrik dan bagaimana pengembangan kurikulum serta pembelajaran di SMK dapat lebih mendukung percepatan adopsi teknologi mobil listrik di Indonesia.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi konseptual dengan menganalisis berbagai literatur, kebijakan pendidikan dan standar industri untuk mengembangkan desain kurikulum dan kebijakan SMK dalam mengadopsi mobil listrik. Literatur penelitian ini meliputi makalah penelitian, publikasi ilmiah, bab buku, berita, dan peraturan. Setelah dikumpulkan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang sudah ditentukan, artikel dianalisis dan dirangkum untuk dimasukkan dalam makalah untuk memberi penguatan pada konsep yang diungkapkan [6].

Kriteria inklusi dalam pemilihan sumber literatur adalah a) Artikel/ jurnal yang membahas kurikulum SMK dan atau pendidikan vokasi, b) Sumber membahas perkembangan teknologi mobil listrik, c) Dokumen kebijakan pemerintah (Permendikbud, skkn, dll), d) literatur berbahasa Indonesia dan atau bahasa Inggris. Sedangkan kriteria eksklusi dalam pemilihan sumber literasi ini adalah a) Literatur non ilmiah (seperti blog dan opini), b) tidak relevan dengan konsep pendidikan vokasi dan c) tidak tersedia full-tekst.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebijakan Pemerintah Mendukung Penggunaan Kendaraan Mobil Listrik

Target *Net Zero Emission* (NZE) Indonesia adalah menurunkan emisi sebesar 129,4 ton CO₂ pada tahun 2060. Indonesia mengimplementasikan strategi holistik yang melibatkan *phase-out* batu bara, percepatan pembangunan energi baru terbarukan (EBT), interkoneksi melalui *super grid*, dan peningkatan investasi sektor energi. Upaya pembangunan energi baru di sektor teknologi adalah salah satunya penggunaan kendaraan bermobil listrik berbasis baterai (KBLBB). Hal ini merupakan implementasi komitmen Indonesia terhadap *Paris Agreement* [7].

Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan penggunaan kendaraan listrik di Indonesia. Sejak tahun 2019, Indonesia bersiap untuk transisi dari kendaraan berbahan bakar minyak ke kendaraan berbasis listrik (Lim, 2022).

Pemerintah melakukan percepatan perkembangan kendaraan listrik yaitu, Perpres 55 tahun 2019 yang kemudian direvisi dalam Perpres 79 tahun 2023 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Selain itu, Permenhub No. 65 Tahun 2020 tentang Konversi sepeda motor dengan penggerak motor bakar menjadi sepeda motor listrik berbasis baterai [3].

Demi mempercepat perkembangan kendaraan listrik, pemerintah melalui Perpres 79 tahun 2023 memberikan beberapa insentif bagi perusahaan yang berfokus dalam perkembangan kendaraan listrik, diantaranya adalah pembebasan pajak dan bea masuk untuk perusahaan yang ingin mengimpor mobil listrik utuh, dengan syarat perusahaan berkomitmen membangun pabrik mobil listrik di Indonesia dan memproduksi mobil listrik sesuai jumlah yang diimpor. Hal ini diharapkan mendorong investasi dan pengembangan industri kendaraan listrik, sehingga dapat menjamin ketersediaan mobil listrik di Indonesia [4].

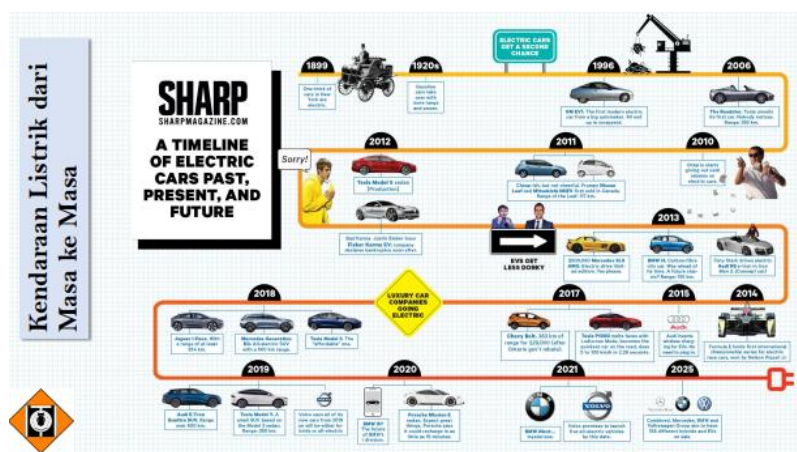
Selain itu, Pemerintah melalui peraturan menteri ESDM nomor 1 Tahun 2023 menetapkan komitmen untuk memfasilitasi penyedia infrastruktur pengisian listrik kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Dukungan infrastruktur tersebut mencakup Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) dan instalasi listrik privat. Berdasarkan Laporan kinerja kementerian ESDM tahun 2023, pemerintah telah menargetkan ketersediaan infrastruktur pengisian daya sebanyak 1.030 unit dan terealisasi 2.704 unit. Realisasi tersebut merupakan gabungan antara SPKLU dan private charging station sebanyak 932 unit dan SPBKLU sebanyak 1.772 unit. Infrastruktur SPKLU tersebar di pulau Jawa, Sumatera, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, Kalimantan, Maluku dan Papua. Sedangkan sebaran SPBKLU meliputi pulau Kalimantan, Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Bali, dan Sulawesi [8].

Pemerintah telah menugaskan PLN secara mandiri dan melalui skema kerjasama/ franchise kepada pihak lain untuk membangun infrastruktur pengisian daya dalam rangka memenuhi roadmap kebutuhan SPKLU sebanyak 7.146 pada tahun 2031. Pemerintah juga telah memberi insentif kepada badan usaha SPKLU sebagai mitra PLN yaitu insentif tarif curah Rp. 714/ kWh dan tarif jual Rp. 2,467/ kWh, sehingga margin keuntungan bagi mitra badan usaha cukup tinggi. Diharapkan semakin banyak pemerataan SPKLU, minat masyarakat untuk berpindah dari kendaraan konvensional ke kendaraan listrik meningkat [9].

3.2. Perkembangan Teknologi Mobil Listrik

Tahun 1834 pertama kali mobil listrik ditemukan. Sejumlah perusahaan besar memproduksi mobil listrik selama dekade terakhir abad ke-19. Perusahaan di Inggris menunjukkan mobil listrik produk pertama berupa taksi London Elektrik Cab Company. Tahun 1930, mobil listrik mulai menghilang dari publik karena keterbatasan terkait baterai dan perkembangan yang cepat dari kendaraan pembakaran dalam (ICE). Kendaraan listrik muncul kembali tahun 1960-an dikarenakan ancaman kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh emisi gas buang dari kendaraan pembakaran dalam. Perusahaan mobil seperti General Mobil (GM) dan Ford, melakukan riset dan pengembangan mobil listrik. General Mobil (GM) memulai program pengembangan mobil listrik dengan biaya 15 juta dollar yang menghasilkan kendaraan yang disebut Electrovair dan Electrovon [10].

Tahun 1990-an sejumlah industri otomotif mulai mengembangkan kendaraan hybrid (HEV) untuk mengatasi permasalahan baterai dan jangkauan kendaraan listrik. Toyota, Honda dan Nissan memimpin dengan memasarkan mobil hybrid model Prius, Insight dan Tino. Meski begitu mobil hybrid masih dianggap sedikit mengurangi masalah polusi udara [10].



Gambar 1. Kendaraan Listrik Dari Masa Ke Masa

General Mobil (GM) pada tahun 1996 memperkenalkan mobil listrik modern pertama yang diberi nama GM EV 1. Mobil ini memiliki kecepatan maksimum 183 m/jam atau setara dengan 295 km/jam. Tenaga yang dihasilkan oleh GM EV 1 sebesar 102 kW dengan torsi 149 Nm dengan transmisi 1 kecepatan. Menggunakan baterai asam timbal sebagai sumber listrik dengan berat 533 kg berkapasitas 16,5 kWh dan dapat menempuh jarak 97 km sekali pengisian. Perkembangan mobil listrik mulai melesat disusul Tesla, Hyundai dan Wuling yang ikut mengeluarkan mobil listrik (EV) [10].

Perkembangan mobil listrik mempengaruhi banyak sektor, salah satunya adalah sektor vokasi yang menjembatani antara dunia kerja dengan pendidikan. Oleh karena itu pendidikan vokasi harus mampu menyesuaikan dengan kemajuan teknologi salah satunya mobil listrik.

3.3. Pendidikan Vokasi di Indonesia

Pendidikan vokasi di Indonesia mengusung keunggulan berupa 70% praktek dan 30% teori sebagai upaya untuk menyiapkan lulusan yang memiliki keahlian sesuai kebutuhan dunia industri. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan daya saing lulusan di pasar tenaga kerja. Strategi *link and match* yang memadukan dunia industri dan dunia pendidikan guna menyelaraskan kurikulum sesuai kebutuhan dunia industri, penerapan semboyan SMK Bisa!, dan pendirian politeknik di berbagai wilayah. Diharapkan upaya-upaya tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan pendidikan vokasi di Indonesia [11].

Pemerintah melalui Instruksi Presiden (Impres) Nomor 9 Tahun 2016 yang membahas tentang Revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang bertujuan untuk peningkatan kualitas dan meningkatkan daya saing Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia. Impres tersebut menyatakan bahwa seorang peserta didik baik di SMK/Kursus/Pelatihan/Perguruan Tinggi Vokasi yang sedang mengikuti pembelajaran, pengembangan kurikulum, penyediaan sarana dan prasarana, dan atau pengembangan kompetensi SDM (Guru/Instruktur/Dosen) harus sesuai dengan kebutuhan dunia industri, dan kemudian wajib untuk melakukan uji kompetensi yang telah diakreditasi dan disertifikasi oleh mitra industri yang relevan [12].

Namun sayangnya implementasi di lapangan masih banyak yang tidak sesuai harapan. Terbatasnya keterlibatan aktif dunia industri dalam pelaksanaan pendidikan vokasi (Real Link and Match) serta masih belum meratanya industri yang mau berpartisipasi aktif dengan sekolah, mengakibatkan strategi link and match belum mampu memberikan perubahan yang signifikan dalam menyiapkan lulusan yang sesuai kebutuhan dunia kerja. Hal tersebut berbanding lurus dengan masih tingginya pengangguran lulusan SMK [13].

Selain itu, perkembangan teknologi di industri sangat cepat, kurang mampu diikuti oleh SMK untuk menyesuaikan dengan teknologi di Industri. Keterbatasan biaya serta sumberdaya manusia menjadi penghambat yang dirasa paling mempengaruhi. SMK yang memiliki jumlah peserta didik yang sedikit berbanding lurus dengan anggaran yang diterima dari pemerintah. Sehingga untuk menyediakan alat dan bahan untuk praktek peserta didik yang sesuai perkembangan teknologi di industri, yang setiap waktu terus berkembang dirasa sangat sulit [14]. Bantuan pemerintah terhadap SMK juga dirasa belum merata, masih banyak SMK-SMK kecil dan di daerah pinggiran yang masih kekurangan untuk sarana dan prasarana praktek peserta didik.

Dilansir dari media online kompas.com, kemendikbutristek mengungkapkan bahwa berkaitan dengan kemajuan teknologi kendaraan mobil listrik, pendidikan vokasi khususnya SMK terus berinovasi dalam mendukung adaptasi kendaraan mobil listrik di Indonesia. Kontribusi SMK tidak lepas dari pengembangan konsentrasi keahlian yang sesuai dengan kebutuhan industri mobil listrik. Kompetensi Keahlian yang relevan dengan bidang kendaraan mobil listrik adalah kompetensi keahlian kendaraan ringan otomotif yang saat kedepan mengarah untuk mempelajari mobil listrik. Pembelajaran di SMK juga harus dibarengi dengan inovasi elektrifikasi transportasi melalui program *teaching factory* dengan kolaborasi beberapa jurusan. Contohnya di SMK Nasional Malang, mengembangkan sepeda motor listrik yang diberi nama "*Cassa Trail* dengan sistem *Project based learning*" yang melibatkan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) dalam pembuatan bodi atau rangka kendaraan, jurusan Teknik dan Bisnis Sepeda Motor (TBSM) dan Pemesinan (TPM) dalam pembuatan desain dan mesin yang menjadi penggerak motor [15]. Penyesuaian kurikulum diperlukan untuk memfasilitasi dan mendukung materi ajar mobil listrik masuk dalam pembelajaran.

3.4. Penyesuaian Kurikulum Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Kebutuhan Keterampilan di Era Mobil Listrik

Teknik kendaraan ringan dalam kurikulum merdeka mempelajari segala hal yang berkaitan dengan proses penggunaan, perawatan, dan perbaikan alat transportasi kendaraan roda empat atau lebih sesuai perkembangan teknologi. Elemen materi pembelajaran teknik kendaraan ringan fase F meliputi: a) Konversi energi kendaraan ringan, b) proses pelayanan dan manajemen bengkel kendaraan ringan, c) Prosedur penggunaan kendaraan ringan, d) Perawatan berkala kendaraan ringan, e) Sistem engine kendaraan ringan, f) Sistem pemindah tenaga kendaraan ringan, g) Sistem sasis kendaraan ringan, h) Sistem elektrikal kendaraan ringan, dan i) Sistem pengaman dan sistem kontrol elektronik kendaraan ringan [16].

Dijelaskan deskripsi elemen materi pembelajaran teknik kendaraan ringan tersebut yang mencakup mobil listrik adalah elemen konversi energi kendaraan ringan yaitu meliputi proses konversi energi kendaraan ringan, identifikasi sumber energi kendaraan ringan, jenis-jenis sumber energi kendaraan ringan (gasoline, diesel, listrik dan hybrid) serta menentukan daya motor pada teknik kendaraan ringan. Pembelajaran tentang mobil listrik dirasa masih sedikit dibanding mobil bahan bakar fosil. Implementasi di lapangan juga masih sangat kurang sarana dan kemampuan guru terhadap pengetahuan tentang mobil listrik. Hal ini menggambarkan bahwasannya masih sulitnya dunia pendidikan untuk menyesuaikan teknologi yang digunakan di dunia industri [16].

Kurikulum adalah alat utama sebagai acuan dalam proses pembelajaran. Terdapat dua hal pokok yang menjadi dasar pembuatan sebuah kurikulum, yaitu isi kurikulum yang merupakan mata pelajaran (subject matter) dan tujuan utama pendidikan. Model tyler menunjukkan terdapat empat prinsip dasar dalam mengembangkan kurikulum, yaitu: a) Tujuan pendidikan/ sekolah; b) Pengalaman pendidikan terkait tujuan; c) Pengorganisasian pengalaman; d) Evaluasi pengalaman [17].

Proses perencanaan dan pengembangan kurikulum yang berhasil membutuhkan waktu dan kerjasama antar pemangku kepentingan. Kurikulum SMK harus dikembangkan dan disesuaikan dengan perkembangan teknologi. Kurikulum SMK saat ini harus memiliki prinsip untuk memberikan kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. Implementasi kurikulum tersebut dapat memberikan pengetahuan dan meningkatkan kesadaran peserta didik SMK terhadap kemajuan teknologi dan pembangunan berkelanjutan [17].

Pengetahuan dan kesadaran peserta didik terhadap kemajuan teknologi dan pembangunan berkelanjutan menjadi modal dalam menyiapkan lulusan SMK sebagai tenaga kerja yang terampil serta siap kerja menghadapi perkembangan teknologi, sehingga dapat mendukung kemajuan suatu daerah dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan [18].

Pembelajaran tentang kendaraan listrik harus mulai dimasukkan dalam kurikulum SMK. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menerapkan Pembelajaran Sistem Ganda (PSG). Pendidikan Sistem Ganda (PSG) merupakan bentuk penyelenggaraan proses pendidikan dan pelatihan keahlian secara sistematis dan sinkron antara program pendidikan sekolah dengan program kerja industri. Diharapkan peserta didik SMK memiliki tingkat profesionalitas yang sesuai dengan kebutuhan dunia kerja [19].

Prinsip sistem PSG merupakan proses pembelajaran campuran yaitu belajar sambil bekerja dengan komposisi 30% di SMK dan 70% di dunia industri. PSG dirasa mampu untuk menyiasati permasalahan kekurangan sarana dan prasarana praktik kendaraan listrik bagi peserta didik. Peserta didik memperoleh pembelajaran teori tentang kendaraan listrik di sekolah dan melakukan praktek di dunia industri (Kemenperin, 2019).

3.5. Peluang dan Tantangan SMK dalam Menghadapi Teknologi Mobil Listrik

Meningkatnya kemajuan teknologi mobil listrik seharusnya menciptakan lapangan pekerjaan. Hal ini perlu ditangkap oleh dunia pendidikan SMK sebagai peluang dalam mempersiapkan lulusannya agar mampu bersaing dalam pasar tenaga kerja global.

Pada bahan baku, pemerintah telah memutuskan untuk melakukan hilirisasi nikel yang merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan baterai. Dilansir dalam CNN Indonesia pada 1 Agustus 2023, Kebijakan ini diklaim dapat membuka lapangan kerja hingga 40 kali lipat. Presiden ke-7 Indonesia Joko Widodo memberikan contoh hilirisasi nikel di Sulawesi Tengah yang sebelumnya hanya mampu menyerap 1.800 tenaga kerja, kini mampu menyediakan pekerjaan 71.500 tenaga kerja.

Pemerintah juga memberikan tujuh insentif untuk mendukung pengembangan transisi kendaraan listrik. Pertama, *Tax Holiday* hingga 20 tahun sesuai nilai investasi. Insentif ini diberikan untuk industri kendaraan bermotor, besi baja dan turunannya, termasuk smelter nikel dan produksi baterai. Kedua, *Super Tax Deduction* hingga 300% untuk biaya penelitian tenaga listrik baterai. Ketiga, PPN dibebaskan untuk barang tambang, termasuk bijih nikel sebagai bahan baku pembuatan baterai. Keempat, PPN dibebaskan atas import dan perolehan barang modal berupa mesin dan bahan pabrik kendaraan bermotor listrik. Kelima, PPnBM untuk mobil listrik dalam negeri dengan tarif 0%. Keenam, Bea masuk 0% untuk import mobil dalam kondisi tidak lengkap melalui kerjasama *Free Trade Agreement* (FTA) dan *Comprehensive Economic Partnership Agreement* (CEPA). Ketujuh, bantuan konversi kendaraan motor dan pembelian baru dengan subsidi pembelian motor [20].

Kebijakan pemerintah tersebut diharapkan mampu meningkatkan produksi mobil listrik di Indonesia, sehingga dapat membuka lapangan pekerjaan yang dapat menampung lulusan SMK. Hal ini perlu disadari oleh pendidikan SMK sebagai peluang. SMK harus berinovasi dalam pembelajaran guna menghadapi tuntutan perkembangan teknologi agar lulusan SMK dapat bersaing di pasar tenaga kerja global di bidang Kendaraan Listrik [21].

Selain peluang, perkembangan mobil listrik juga memberikan tantangan bagi SMK, beberapa tantangan tersebut diantaranya adalah kurangnya sarana dan fasilitas pembelajaran mobil listrik, masih sedikit guru yang terampil di bidang mobil listrik, tingginya biaya implementasi pembelajaran mobil listrik dan terbatasnya akses

materi pembelajaran tentang mobil listrik yang lebih spesifik. Optimalisasi pendidikan SMK khususnya jurusan Teknik Kendaraan Ringan (TKR) dalam mempelajari teknologi mobil listrik menjadi tantangan bagi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Saat ini masih sedikit SMK yang memiliki alat dan fasilitas pembelajaran mobil listrik. Adapun yang sudah terdapat biasanya merupakan mobil listrik rakitan atau prototipe dan konversi dari mobil konvensional menjadi mobil listrik. Mobil listrik produksi pabrikan masih jarang dimiliki oleh SMK. Pemerataan keterampilan guru tentang mobil listrik masih belum memadai. Pelatihan mobil listrik masih seputar pengetahuan teori. Pelatihan berbasis kompetensi masih minim dilakukan.

Strategi menghadapi tantangan tersebut, harus dilakukan kerjasama antara sekolah dengan dunia industri penyedia kendaraan mobil listrik. Dengan begitu pelatihan terhadap guru tidak hanya sebatas teori, namun juga praktek. Pelatihan berbasis kompetensi tersebut perlu dilakukan secara merata diberbagai daerah, terutama daerah-daerah yang telah memiliki sarana dan prasarana dalam mendukung kemajuan kendaraan mobil listrik. sehingga dengan pemerataan pelatihan kompetensi kendaraan mobil listrik kepada guru yang berkolaborasi dengan dunia industri, diharapkan mampu menanggulangi tantangan kemajuan teknologi kendaraan mobil listrik.

3.6. Kebijakan dan Skenario Masa Depan

Dunia pendidikan SMK harus gencar menyesuaikan diri dengan kemajuan teknologi kendaraan mobil listrik. kurikulum harus diintegrasikan berdasarkan kemajuan teknologi. Kompetensi dasar/ elemen dalam struktur kurikulum jurusan Teknik Kendaraan Ringan perlu ditambah dan disesuaikan porsi jam pelajaran dengan kebutuhan kemajuan teknologi saat ini. Materi pembelajaran seperti sistem kelistrikan, penggerak listrik dan pengisian daya baterai perlu diberikan di awal sebagai pengetahuan dasar untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi revolusi teknologi mobil listrik (Priyatno, 2025).

SMK harus berinovasi mengemas pembelajaran sesuai kemajuan mobil listrik, meskipun dengan keterbatasan. Pemahaman guru terhadap mobil listrik perlu ditingkatkan. Program diklat mobil listrik perlu dilaksanakan secara merata ke daerah-daerah. Diharapkan guru sebagai pendidik memahami teknologi mobil listrik dan kemudian dapat diajarkan ke peserta didik dengan menggunakan berbagai inovasi pembelajaran.

Kerjasama antara SMK dengan perusahaan otomotif yang sudah memproduksi mobil listrik perlu dilakukan secara masif. Hal ini dirasa dapat menjadi alternatif solusi dalam menanggulangi keterbatasan sarana dan fasilitas pembelajaran mobil listrik. Kerjasama ini juga membuka peluang untuk magang guru dan peserta didik sehingga dapat meningkatkan keterampilan guru dan peserta didik tentang mobil listrik.

Selain itu kerjasama SMK dengan perusahaan juga dinilai memperringan beban biaya yang harus dikeluarkan oleh SMK untuk investasi pembelajaran mobil listrik. Materi pembelajaran dapat diperoleh secara langsung dari industri, sehingga materi dapat lebih spesifik terhadap produk mobil listrik sesuai merk perusahaan.

4. KESIMPULAN

Pemerintah Indonesia bertekad mendorong penggunaan kendaraan listrik untuk mencapai target Net Zero Emission (NZE). Dunia pendidikan khususnya SMK merupakan salah satu bagian yang harus mendukung target pemerintah tersebut. Berbagai langkah perlu dilakukan oleh dunia pendidikan SMK.

Aspek kurikulum, yaitu dengan program integrasi kurikulum dengan kemajuan teknologi dengan menambah jam pembelajaran untuk kompetensi dasar atau elemen dari kompetensi kendaraan ringan yang berhubungan dengan kendaraan mobil listrik. selain itu juga pembelajaran materi seperti sistem kelistrikan, penggerak listrik dan pengisian daya baterai dilakukan di awal sebagai pengetahuan dasar untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi revolusi teknologi mobil listrik.

Aspek kompetensi guru, yaitu dengan program pelatihan kompetensi guru secara merata, serta magang guru dengan sistem link and match dengan industri penyedia kendaraan mobil listrik sehingga tercapai peningkatan kompetensi guru di bidang kendaraan mobil listrik. Sistem link and match dirasa dapat menanggulangi salah satu masalah dalam pembelajaran kendaraan mobil listrik di sekolah yaitu keterbatasan sarana dan prasarana kendaraan mobil listrik dan keterbatasan biaya pengadaan kendaraan mobil listrik.

Dunia pendidikan SMK juga harus mampu menangkap peluang dari perkembangan teknologi kendaraan mobil listrik. Kebijakan pemerintah tentang hilirisasi bahan baku nikel yang diklaim mampu membuka lapangan pekerjaan 40 kali lipat, harus direspon oleh SMK dalam mempersiapkan peserta didik untuk siap kerja di bidang kendaraan mobil listrik. Dengan begitu, perkembangan teknologi berbanding lurus dengan pertumbuhan lapangan pekerjaan dan mampu mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi kesiapan infrastruktur pembelajaran dan pemetaan kompetensi yang diperlukan dalam setiap level kelas SMK otomotif. Implikasi kebijakan pemerintah tentang

transpormasi energi dan percepatan transisi mobil berbahan bakar minyak ke mobil listrik memerlukan dukungan sarana dan prasarana yang memadai. Oleh karena itu, kedepan penelitian perihal pemetaan kesiapan infrastruktur SMK dalam menunjang pembelajaran mobil listrik diperlukan guna menentukan kurikulum yang sesuai dengan kondisi lapangan.

Namun, keberhasilan transformasi ini sangat bergantung pada sinergi antara pemerintah, pemangku kepentingan pendidikan atau lembaga pendidikan serta industri mobil listrik. Kolaborasi antar tiga komponen tersebut menjadi kunci dalam menciptakan ekosistem pendidikan yang adaptif dan responsif terhadap perkembangan teknologi guna menciptakan lulusan yang kompeten dan relevan dengan dunia kerja.\

5. Saran dan Implikasi

Berdasarkan hasil kajian mengenai peluang, tantangan, dan arah kebijakan pendidikan SMK di era mobil listrik, Pemerintah perlu memperkuat kebijakan pendidikan vokasi yang selaras dengan percepatan transisi kendaraan berbasis listrik melalui penyusunan peta jalan (roadmap) pengembangan SMK otomotif. Kebijakan tersebut hendaknya mencakup penguatan kurikulum kendaraan mobil listrik, dukungan pendanaan sarana dan prasarana pembelajaran, serta perluasan kemitraan strategis antara SMK dan industri kendaraan listrik dalam kerangka link and match.

SMK diharapkan mampu memanfaatkan peluang perkembangan industri mobil listrik dengan melakukan penyesuaian kurikulum secara adaptif dan bertahap. Integrasi materi kelistrikan kendaraan, sistem penggerak listrik, dan teknologi baterai perlu diimplementasikan secara kontekstual sesuai dengan ketersediaan fasilitas dan karakteristik sekolah, baik melalui pembelajaran berbasis proyek, *teaching factory*, maupun kerja sama industri.

Secara teoritis, penelitian ini memperkuat kajian pendidikan vokasi dalam konteks transformasi teknologi otomotif, khususnya pergeseran dari kendaraan berbahan bakar fosil menuju kendaraan mobil listrik. Temuan penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan konsep integrasi kebijakan energi nasional dengan sistem pendidikan vokasi, serta memperkaya literatur mengenai peran strategis SMK dalam menyiapkan sumber daya manusia pada era transisi energi.

Implikasi praktis dari penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi SMK dalam merancang strategi pengembangan kurikulum dan pembelajaran yang responsif terhadap kebutuhan industri mobil listrik. Hasil penelitian ini juga dapat dimanfaatkan oleh sekolah dan guru sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menentukan prioritas pengembangan kompetensi peserta didik, khususnya pada aspek kelistrikan, sistem penggerak listrik, dan teknologi baterai kendaraan.

Dari sisi kebijakan, penelitian ini menegaskan pentingnya sinergi antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan industri kendaraan listrik dalam menciptakan ekosistem pendidikan vokasi yang adaptif dan berkelanjutan. Implikasi kebijakan yang dihasilkan mencakup perlunya dukungan regulasi, pendanaan, serta fasilitasi kerja sama industri guna memastikan kesiapan SMK dalam menghadapi tantangan dan memanfaatkan peluang di era mobil listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Teter, "Tracking Transport," IEA. Accessed: Jan. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.iea.org/energy-system/transport>
- [2] X. Zhao, Y. Ma, S. Shao, and T. Ma, "What determines consumers' acceptance of electric vehicles: A survey in Shanghai, China," *Energy Econ.*, vol. 108, no. May 2021, 2022, doi: 10.1016/j.eneco.2021.105805.
- [3] Kemenperin, "Menperin: Indonesia Siap Masuki Era Kendaraan Listrik," Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. Accessed: Jan. 21, 2025. [Online]. Available: <https://setkab.go.id/menperin-indonesia-siap-masuki-era-kendaraan-listrik/>
- [4] P. Presiden, "Peraturan Presiden 79 tahun 2023," no. 1. pp. 1–15, 2023. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/273447/perpres-no-79-tahun-2023>
- [5] Sri Sulistyorin, Tri Atmadji Sutikno and A. H. S. Irianti, "Penyiapan Kompetensi Siswa SMK di Era Global," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Kejuruan, Univ. Negeri Malang*, 2016.
- [6] R. Kamil, "Dilema Pengalaman Informasi: Analisis Konseptual," *J. Ilmu Informasi, Perpustakaan, dan Kearsipan*, vol. 25, no. 1, 2023, doi: 10.7454/jipk.v25i1.005.
- [7] L. T. Hermawan and A. Prabhawati, "Implementasi Just Energy Transition Partnership Indonesia menuju Net Zero Emissions tahun 2060," *JEBT J. Energi Baru Terbarukan*, vol. 5, pp. 28–38, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.24161.

-
- [8] A. C. Adi, "Hingga Akhir Tahun 2023, 2.704 Unit Infrastruktur Siap Ngecas Kendaraan Listrik," Siaran Pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Accessed: Feb. 18, 2025. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hingga-akhir-tahun-2023-2704-unit-infrastruktur-siap-ngecas-kendaraan-listrik>
- [9] F. Fahma, "Infrastruktur Charging Baterai Kendaraan Listrik Dibayangi Egoisme," in *Meneropong Kesiapan Indonesia Menghadapi Era Kendaraan Listrik*, Solopos Publishing, 2023, pp. 19–21.
- [10] R. P. Wijayanto, "Sejarah Kendaraan Listrik." p. 19, 2018.
- [11] C. Fajar and B. Hartanto, "Tantangan Pendidikan Vokasi di Era Revolusi Industri 4.0 dalam Menyiapkan Sumber Daya Manusia yang Unggul," 2019.
- [12] P. R. Indonesia, "Instruksi Presiden (Impres) Nomor 9 Tahun 2016." p. 7, 2016. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/195928/inpres-no-9-tahun-2016>
- [13] W. Utomo, "Assessment , and Evaluation Education (AJMAEE)," 2021.
- [14] A. S. Ardiyanta, "Kesiapan smk menghadapi perkembangan teknologi kendaraan listrik," vol. 02, pp. 37–42, 2017.
- [15] A P Sari, "Inovasi Kendaraan Listrik dari Pendidikan Vokasi Telah Berjalan dan Akan Terus Dikembangkan." [Online]. Available: <https://www.kompas.com/edu/read/2022/12/07/073000371/inovasi-kendaraan-listrik-dari-pendidikan-vokasi-telah-berjalan-dan-akan?page=all>
- [16] Kemendikbudristek, *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*, vol. 42, no. ABSTRACT. 2024. doi: 10.1290/1543-706x(2006)42[39-ad:p]2.0.co;2.
- [17] D. N. Liana, "Kesiapan Pelaksanaan Pendidikan Energi Terbaru Pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Di Kota Surakarta," Universitas Sebelas Maret, 2021.
- [18] K. F. Mulder, "Strategic competences for concrete action towards sustainability: An oxymoron? Engineering education for a sustainable future," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 68, pp. 1106–1111, 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.03.038.
- [19] Aaltje D. Ch. Wayong, "Relevansi Pendidikan Sistem Ganda (PSG) pada Sekolah Kejuruan dengan Kebutuhan Dunia Kerja," 2010, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/224739/relevansi-pendidikan-sistem-ganda-psg-pada-sekolah-kejuruan-dengan-kebutuhan-dun>
- [20] H. Meilani, "Kebijakan insentif kendaraan listrik 16," 2023, [Online]. Available: https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/info_singkat/Info Singkat-XV-8-II-P3DI-April-2023-245.pdf
- [21] B. Sudarsono *et al.*, "Development of an Integrated Electric Vehicle Learning Simulator (EVLIS) with Industry-Based Learning to Accelerate Work Readiness of Vocational School Students," *Bull. Pedagog. Res.*, vol. 4, no. 1, p. 67, 2024, doi: 10.51278/bpr.v4i1.1029.