

SEPTEMBER 2023

# PERBANDINGAN DAUR HIDUP EMISI GAS RUMAH KACA DARI KENDARAAN BERMOTOR MESIN BAKAR DENGAN KENDARAAN LISTRIK PADA KENDARAAN PENUMPANG DAN RODA DUA DI INDONESIA

ZAMIR MERA DAN GEORG BIEKER



## ACKNOWLEDGMENTS

Studi ini didanai oleh Crux Alliance. Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Rizqi Nugroho dari Universitas Indonesia dan Life Cycle Indonesia, Faris Adnan Padhilah, Rahmi Puspita Sari, dan Julius Christian dari IESR, dan Shane McDonagh dari IEA untuk tinjauan mereka. Para pihak yang terlibat dalam proses peninjauan tidak menyiratkan dukungan apapun. Terima kasih juga kepada rekan rekan ICCT Aditya Mahalana, Chelsea Baldino, Francisco Posada, dan Tenny Kristiana atas tinjauan mereka pada studi ini. Setiap kesalahan adalah berasal dari para penulis.

Diedit oleh Jen Callahan

International Council on Clean Transportation  
1500 K Street NW, Suite 650  
Washington, DC 20005

[communications@theicct.org](mailto:communications@theicct.org) | [www.theicct.org](http://www.theicct.org) | [@TheICCT](https://twitter.com/TheICCT)

© 2023 International Council on Clean Transportation (ID17)

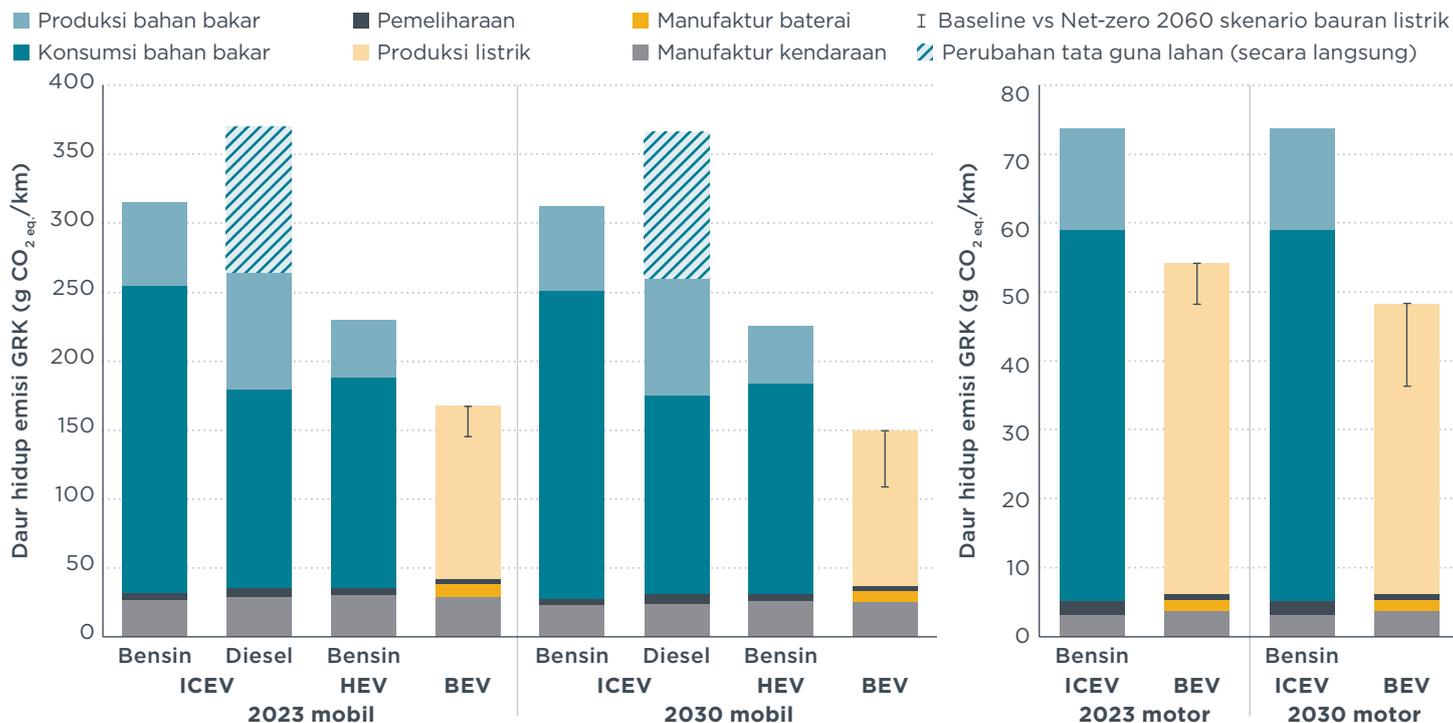
## RINGKASAN EKSEKUTIF

Membatasi pemanasan global hingga kurang dari 2°C di atas tingkat pra-industri memerlukan upaya global dan terpadu untuk dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK). Indonesia telah berkomitmen untuk mencapai hal ini dengan menetapkan target untuk mencapai emisi GRK nol bersih (net-zero) pada tahun 2060 atau lebih cepat. Saat ini, sektor transportasi menyumbang sekitar 15% emisi GRK, dan diperkirakan jumlah kendaraan akan terus tumbuh di tahun-tahun mendatang seiring dengan pembangunan ekonomi. Dekarbonisasi yang mendalam pada sektor transportasi merupakan faktor kunci untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060. Terutama langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi emisi GRK dari sektor transportasi darat juga akan menghasilkan udara yang lebih bersih dan membawa manfaat pada kesehatan masyarakat, serta memberikan manfaat bagi perekonomian dengan mengurangi impor minyak dan anggaran pemerintah untuk subsidi bahan bakar fosil. Peralihan dari kendaraan berbahan bakar bensin dan diesel bermesin pembakaran internal (*Internal Combustion Engine Vehicles - ICEV*) ke kendaraan listrik hibrida (*Hybrid Electric Vehicles - HEV*), kendaraan listrik hibrida *plug-in* (*Plug-in Hybrid Electric Vehicles - PHEV*), kendaraan listrik berbasis baterai (*Battery Electric Vehicles - BEV*), dan kendaraan listrik sel berbahan bakar hidrogen (*Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles - FCEV*), dan peningkatan penggunaan biofuel, merupakan salah satu langkah yang sedang dipertimbangkan di Indonesia untuk mengurangi emisi transportasi.

Laporan ini dimulai dengan penilaian daur hidup (*Life-cycle Assessment - LCA*) yang membandingkan emisi GRK dari mobil penumpang dan sepeda motor dengan berbagai *power train* lainnya. Laporan ini menganalisis emisi dari pembakaran bahan bakar pada kendaraan, produksi bahan bakar dan listrik, pemeliharaan, serta manufaktur kendaraan dan baterai. Berdasarkan model kendaraan yang dipilih untuk sepeda motor, mobil segmen A, mobil SUV (*Sport Utility Vehicles*), dan mobil MPV (*Multi-Purpose Vehicles*), laporan ini membandingkan daur hidup emisi GRK dari kendaraan ICEV berbahan bakar bensin dan kendaraan listrik berbasis baterai (BEV), dan juga kendaraan ICEV berbahan bakar diesel, HEV, PHEV, dan FCEV. Selain membandingkan emisi GRK yang dihasilkan sepanjang masa pakai kendaraan yang akan terjual pada tahun 2023, penelitian ini juga memperkirakan emisi yang dihasilkan sepanjang masa pakai kendaraan yang akan terjual pada tahun 2030. Berdasarkan hasil studi, laporan ini mengeksplorasi opsi-opsi kebijakan untuk Indonesia.

Hasil utama laporan meliputi hal berikut:

**Kendaraan listrik berbasis baterai memiliki daur hidup emisi GRK terendah saat ini dan mendekati nol emisi di masa depan.** Seperti yang ditampilkan pada Gambar ES.1, kendaraan SUV berbasis baterai dan motor listrik yang dijual saat ini masing-masing memiliki emisi 47%–54% dan 26%–35% lebih rendah dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin. Kisaran nilai tersebut sesuai dengan pengembangan bauran listrik selama masa pakai kendaraan berdasarkan skenario *Baseline* (emisi lebih tinggi) dan skenario yang sejalan dengan target pemerintah Indonesia untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060 (emisi lebih rendah; skenario “Net-zero 2060”). Untuk kendaraan yang akan dijual pada tahun 2030, daur hidup emisi SUV berbasis baterai dan motor listrik diperkirakan 52%–65% dan 34%–51% lebih rendah dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin saat ini. Apabila kendaraan tersebut telah sepenuhnya didukung oleh energi listrik terbarukan, emisi kendaraan dapat mencapai 85%–89% lebih rendah dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin. Nilai serupa juga ditemukan pada mobil segmen A dan MPV.



**Gambar ES.1.** Daur hidup emisi GRK dari kendaraan bermesin pembakaran internal (ICEV) berbahan bakar bensin dan diesel di segmen SUV, kendaraan listrik hibrida (HEV), kendaraan listrik berbasis baterai (BEV), dan motor listrik dan berbahan bakar bensin yang terjual di Indonesia pada tahun 2023 dan diproyeksikan akan terjual pada tahun 2030. *Error bar* menunjukkan perbedaan antara pengembangan bauran tenaga listrik berdasarkan skenario *Baseline* pada kebijakan yang berlaku saat ini (nilai yang lebih tinggi) dan pengembangan yang sejalan dengan target pemerintah Indonesia untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060.

**Emisi GRK dari mobil berbahan bakar diesel dua kali lebih besar dibandingkan mobil listrik berbasis baterai.** Ketika memasukkan emisi dari perubahan tata guna lahan, yang berkaitan dengan emisi yang disebabkan oleh konversi kawasan alami menjadi lahan pertanian untuk produksi biodiesel, SUV yang menggunakan campuran biodiesel 35% (B35) saat ini memiliki emisi dua kali lebih tinggi dibandingkan model kendaraan listrik berbasis baterai yang sebanding. Bahkan jika dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar bensin, perkiraan daur hidup emisi GRK untuk ICEV berbahan bakar diesel 17% lebih tinggi.

**Kendaraan listrik hibrida dan hibrida *plug-in* memiliki daur hidup emisi GRK yang lebih tinggi dibandingkan kendaraan listrik berbasis baterai (BEV).** Kendaraan listrik hibrida (HEV) mengonsumsi bahan bakar lebih sedikit dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin konvensional; untuk kendaraan tahun 2023 di segmen SUV, mereka menawarkan penurunan daur hidup emisi GRK sebesar 27% dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar bensin konvensional. Penurunan emisi GRK ini berada pada level yang signifikan jika dibandingkan dengan penurunan emisi yang ditemukan di Eropa. Namun, angka tersebut hanya sekitar setengah dari angka yang dihasilkan oleh mobil listrik berbasis baterai di segmen yang sama. Emisi GRK dari kendaraan listrik hibrida *plug-in* (PHEV) bergantung pada seberapa banyak PHEV tersebut digerakkan oleh listrik atau bahan bakar fosil. Jika mempertimbangkan rata-rata penggunaan kendaraan yang sebenarnya, emisi dari PHEV bisa hampir sama tingginya dengan kendaraan berbahan bakar bensin konvensional. Mengingat bauran tenaga listrik diperkirakan akan mengarah ke dekarbonisasi seiring berjalannya waktu, penurunan emisi GRK dari BEV akan terus meningkat di masa depan, sementara HEV dan PHEV masih sangat bergantung pada pembakaran bahan bakar fosil. Oleh karena itu, berbeda dengan BEV, kendaraan hibrida tidak menawarkan penurunan emisi GRK yang mendekati nol bersih pada armada kendaraan di Indonesia.

**Kinerja iklim dari kendaraan listrik sel berbahan bakar hidrogen (FCEV) sangat bervariasi berdasarkan jalur produksi hidrogen yang berbeda.** Untuk hidrogen berbasis gas alam, daur hidup emisi GRK dari kendaraan FCEV saat ini diperkirakan 28% lebih rendah dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin, sementara kendaraan hidrogen berbasis batu bara menghasilkan emisi 10% lebih tinggi. Dengan kendaraan hidrogen berbasis listrik yang dihasilkan dari bauran tenaga listrik rata-rata, emisi GRK yang dihasilkan 75% lebih tinggi dibandingkan mobil berbahan bakar bensin. Namun, ketika hanya menggunakan tenaga listrik terbarukan untuk menghasilkan hidrogen, emisinya 75% lebih rendah dibandingkan ICEV berbahan bakar bensin. Oleh karena itu, FCEV merupakan opsi rendah karbon jika didukung oleh hidrogen yang dihasilkan dari tenaga listrik terbarukan.

Hasil-hasil tersebut menyajikan beberapa opsi kebijakan yang dapat dipertimbangkan oleh pemerintah Indonesia:

**Dukungan kebijakan khusus akan membantu meningkatkan produksi baterai dan kendaraan listrik dalam negeri di Indonesia.** Karena Indonesia adalah pemasok nikel terbesar di dunia dan memiliki banyak sekali cadangan bahan baku material utama baterai lainnya termasuk *cobalt*, mangan, tembaga, dan aluminium, maka penciptaan industri manufaktur baterai dan kendaraan listrik di Indonesia akan memberikan potensi pertumbuhan ekonomi dan akan menciptakan lapangan kerja baru. Peningkatan jumlah kendaraan listrik juga akan mengurangi pengeluaran impor minyak dan anggaran negara untuk subsidi bahan bakar. Target pangsa produksi dan penjualan kendaraan listrik dari Kementerian Perindustrian yang dipadukan dengan pengurangan pajak bagi produsen kendaraan listrik merupakan langkah penting untuk mendukung pengembangan rantai pasok baterai dan kendaraan listrik dalam negeri. Namun, pengalaman di pasar yang lainnya menunjukkan bahwa intervensi pemerintah yang lebih besar bisa jadi diperlukan untuk mengembangkan pasar kendaraan listrik.

**Penghentian bertahap terhadap penjualan mobil dan motor baru bermesin pembakaran, termasuk kendaraan hibrida dan hibrida plug-in pada sekitar tahun 2040 akan membantu menyelaraskan sektor transportasi dengan target nol bersih Indonesia pada tahun 2060.** Dikombinasikan dengan sektor ketenagalistrikan yang terus menuju dekarbonisasi, mobil penumpang dan sepeda motor berbasis baterai dapat mendekati pencapaian nol emisi dalam jangka panjang. Sebaliknya, ICEV, HEV, dan PHEV berbahan bakar bensin dan diesel konvensional tidak bisa mendekati nol emisi, karena mesin-mesin tersebut bergantung pada pembakaran bahan bakar fosil (dan penggunaan biofuel yang belum tentu dapat menurunkan emisi dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil). Karena mobil penumpang di Indonesia memiliki masa pakai rata-rata 18-20 tahun, transisi ke kendaraan listrik sepenuhnya pada tahun 2060 harus mulai di sekitar tahun 2040, dimana tidak ada mobil bermesin pembakaran, hibrida, atau hibrida plug-in baru yang dijual di Indonesia. Untuk sepeda motor listrik, elektrifikasi total pada sektor ini memungkinkan untuk bisa dicapai lebih awal.

**Penetapan mandat penjualan kendaraan listrik dan/atau standar penghematan bahan bakar rata-rata perusahaan untuk mobil penumpang dan sepeda motor akan membantu produsen untuk terus meningkatkan pangsa kendaraan listrik berbasis baterai (BEV).** Pengalaman dari Tiongkok, Uni Eropa, dan pasar lainnya menunjukkan bahwa peningkatan pangsa BEV yang paling efektif dapat dicapai dengan penerapan standar penghematan bahan bakar rata-rata perusahaan yang dikombinasikan dengan subsidi pembelian dan insentif pajak untuk kendaraan listrik. Dalam jangka pendek, standar penghematan bahan bakar rata-rata perusahaan juga akan mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi mobil bermesin pembakaran serta mendorong peralihan ke kendaraan yang lebih hemat bahan bakar. Alternatifnya, pengalaman di California dan negara bagian Amerika Serikat lainnya menunjukkan bahwa adanya

mandat penjualan kendaraan listrik dapat menargetkan peningkatan penjualan BEV secara lebih langsung.

**Subsidi pembelian kendaraan listrik berbasis baterai (BEV) dan insentif pajak dapat diimbangi dengan memberlakukan pajak yang lebih tinggi untuk kendaraan dengan tingkat polusi tinggi.** Subsidi pembelian, pengurangan pajak pertambahan nilai, dan pengurangan pajak barang mewah untuk mobil penumpang dan sepeda motor listrik di Indonesia saat ini merupakan langkah penting untuk mengurangi kesenjangan harga jual antara BEV dan ICEV. Pemerintah dapat memperkenalkan program *feebate* (bonus-malus) yang bersifat netral terhadap pendapatan yang memberikan kompensasi insentif tersebut dengan memberlakukan pajak yang lebih tinggi untuk kendaraan yang menghasilkan polusi tinggi. Program *feebate* semacam ini telah berhasil diterapkan di Perancis, Thailand, dan Singapura.