

PERANCANGAN DEKARBONISASI PADA SEKTOR RUMAH TANGGA

Satria Elang Nugraha^{1*)}, Siti Soleha Indasah¹⁾, Ahmad Yoga Pradana¹⁾,
Muhammad Azzam Imsaki²⁾

¹⁾ Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Yogyakarta, Sleman

²⁾ Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta, Sleman

*Email Korespondensi : satriaelang.2018@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Terdapat 3 aspek dalam menurunkan emisi gas karbon dioksida (CO₂) dalam pembahasan yaitu penggunaan *renewable energy sources* (RES), desain rumah ramah lingkungan dan pengurangan sampah plastik. Penggunaan RES seperti *photovoltaic* (PV) dan turbin angin (WT) berdampak pada pengurangan konsumsi listrik yang bersumber dari batubara sehingga dapat mengurangi emisi CO₂. Optimalisasi desain rumah dapat meningkatkan pencahayaan alami, sirkulasi udara yang baik, dan mengurangi energi listrik dari lampu dan pendingin ruangan (AC) selama hari ini. Penurunan energi listrik berdampak pada penurunan emisi CO₂ tidak langsung sebesar 27,48 kg/kWh/hari. Penurunan emisi gas CO₂ dapat dilakukan dengan mengganti kantong plastik dengan *reuseable*. Perubahan kebiasaan berbelanja menggunakan tas *reusable* (net CO₂) dapat mengurangi emisi CO₂ hingga 3,9 kg/produksi. Penerapan seluruh konsep tersebut berdampak besar dalam mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan di rumah sehingga akan berkontribusi dalam mengurangi emisi CO₂ di seluruh dunia.

Kata kunci: emisi, karbon dioksida, *renewable energy source*, *reusable*

ABSTRACT

There are 3 aspects in reducing carbon dioxide (CO₂) emissions in the discussion, namely the use of renewable energy sources (RES), environmentally friendly housing designs and reducing plastic waste. The use of RES such as photovoltaic (PV) and wind turbines (WT) has an impact on reducing the consumption of electricity sourced from coal so as to reduce CO₂ emissions. Optimizing home design can improve natural lighting, good air circulation, and reduce electrical energy from lighting and air conditioning during this day. The reduction in electrical energy has an impact on the reduction in indirect CO₂ emissions by 27.48 kg/kWh/day. Reducing CO₂ gas emissions can be done by replacing reuseable plastic bags. Changing shopping habits using reusable bags (net CO₂) can reduce CO₂ emissions by up to 3.9 kg/production. The application of all these concepts has a major impact in reducing CO₂ emissions produced at home so that it will contribute to reducing CO₂ emissions worldwide.

Keywords: carbon dioxide, emissions, renewable energy source, reusable

PENDAHULUAN

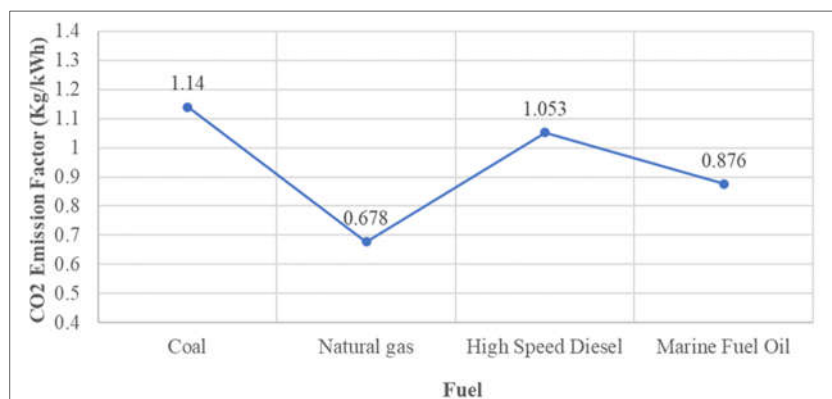
Emisi gas karbon dioksida (CO₂) meningkat seiring dengan aktivitas manusia yang semakin kompleks. Emisi CO₂ tidak hanya dihasilkan oleh kendaraan dan pabrik saja, tetapi aktivitas manusia di rumah juga menghasilkan gas CO₂. Penggunaan listrik dan kantong plastik dalam setiap aktivitas manusia, selalu menghasilkan emisi CO₂. Penggunaan listrik rumah tangga dapat menghasilkan emisi sekitar 18,2 juta ton/tahun[1]. Masalah awal emisi CO₂ yang tinggi di rumah tangga adalah penggunaan peralatan elektronik yang berlebihan. Pada pembahasan paper ini, daya penggunaan peralatan elektronik di perumahan diasumsikan.

Pada Tabel 1 menunjukkan tentang penggunaan peralatan elektronik dan penggunaan listrik dalam sebuah rumah. Pada Gambar 1 menunjukkan faktor-faktor yang menghasilkan emisi CO₂. Selain penggunaan listrik, tingginya emisi karbon juga dipengaruhi oleh

penggunaan kantong plastik hasil belanja untuk memenuhi kebutuhan rumah. Berdasarkan data *Center for International Environmental Law* (CIEL) tahun 2019, plastik menyumbang 0,86 gigaton CO₂ [2] dan akan terus meningkat setiap tahun, oleh karena itu banyak negara yang melarang penggunaan plastik sebagai tas belanja untuk mengurangi penumpukan sampah plastik.

Tabel 1. Konsumsi Listrik Harian

NO	EQUIPMENT	Qty	POWER (Watt)	DURATION (hours)	TOTAL (Wh)
1	Lamp 60 Watts	3	180	15	2,700
2	Lamp 10 Watts	7	70	16	1,120
3	AC half PK	1	400	8	3,200
4	Non LED TV 21 inch (polytron)	1	80	6	480
5	Iron	1	350	2	700
6	Refrigerator	1	300	24	7,200
7	Washing machine	1	350	2	700
8	Water pump	1	200	3	600
9	Rice Cooker	1	350	1.5	525
DAILY TOTAL CONSUMPTION					17,225
MONTHLY TOTAL CONSUMPTION					516,750



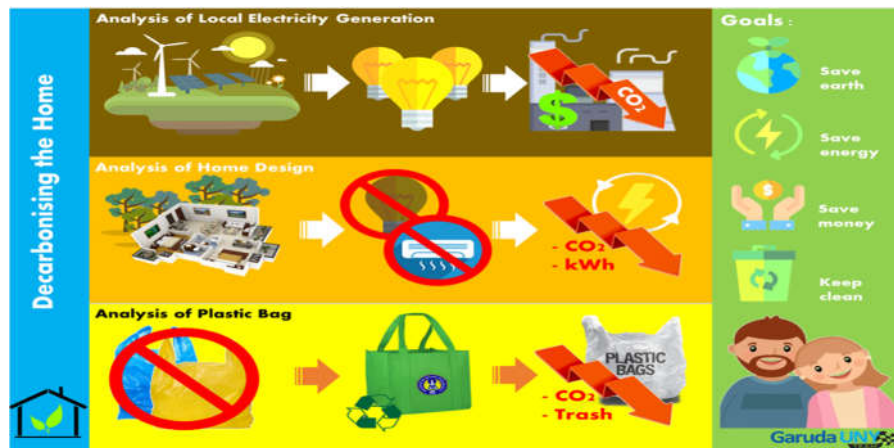
Gambar 1. Grafik faktor emisi karbon di Indonesia [3]

Apabila permasalahan tersebut tidak segera diatasi maka akan terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer yang dapat menyebabkan perubahan iklim di bumi. Perubahan iklim bumi yang terjadi antara lain naiknya permukaan laut yang dapat mengancam pulau dan masyarakat pesisir, siklus hidrologi yang tidak menentu yang menyebabkan curah hujan yang ekstrim, serta perubahan ekologi yang dapat mengancam produktivitas pertanian dan berdampak banyak bagi kesehatan manusia.

Pada paper ini berfokus pada perhitungan untuk menurunkan emisi CO₂ yang bersumber dari rumah seperti listrik dan sampah plastik. Metode yang digunakan adalah dengan mengintegrasikan *Local Electrical Generation* (LEG) pada desain rumah, dan penggunaan alternatif tas.

METODE PENELITIAN

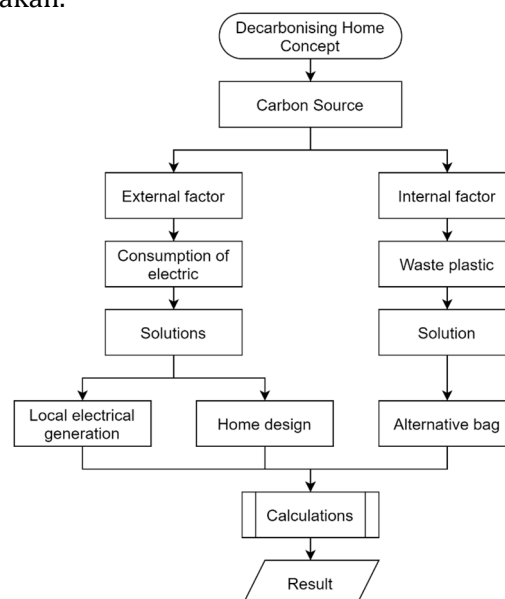
Penentuan metode penelitian adalah dengan mengidentifikasi sumber CO₂ berasal. Dalam identifikasi paper ini, sumber terbesar emisi CO₂ pada rumah berasal dari penggunaan energi listrik, desain rumah yang tidak mendukung, dan sampah plastik. Pada Gambar 1 menunjukkan konsep *decarbonising the home* yang digunakan untuk menurunkan emisi CO₂ yang berasal dari rumah.



Gambar 2. Konsep *Decarbonising the Home*

Metode penyelesaian dengan konsep *decarbonising the home* dilakukan secara sistematis mengacu pada beberapa tahap perancangan. Tahap-tahap tersebut digunakan untuk mengatasi masalah dengan beberapa analisis, yaitu:

- A. Analisis pembangkit terbarukan
Analisis data pembangkit terbarukan adalah dengan menentukan berapakah daya yang akan dihasilkan saat kita menggunakan pembangkit sendiri dan efektivitas dalam mengurangi emisi karbon.
- B. Analisis Desain rumah
Pada tahapan ini kita akan membangun rumah dengan material – material khusus yang dapat mengurangi karbon serta menambahkan beberapa ruang masuknya udara dan cahaya.
- C. Analisis emisi sampah plastik
Limbah sampah tas plastik ini kebanyakan dihasilkan dari kebiasaan manusia dalam hal berbelanja, padahal kita tahu plastik tersebut dapat menghasilkan limbah pada saat produksi maupun saat mendaur ulang plastik. Untuk mengatasi hal ini kita menggunakan tas alternatif yang terbuat dari eceng gondok. Tas eceng gondok terbukti lebih ramah lingkungan dikarenakan tas ini mampu didaur ulang ketika sudah tidak digunakan.



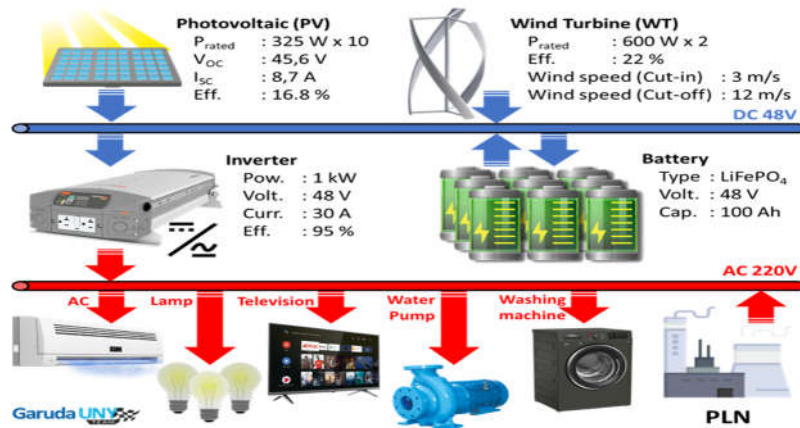
Gambar 3. Metodologi Penelitian (Konsep *Decarbonising the Home*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 3 hasil perhitungan dan analisis yang mempengaruhi penurunan CO₂, yaitu:

A. Local Electrical Generator

LEG menggunakan 2 *renewable energy sources* (RES), yaitu *Photovoltaic* (PV) dan *Wind Turbine* (WT). Pada Gambar 4 menunjukan skema LEG menggunakan RES.



Gambar 4 Skema LEG menggunakan RES

PV yang digunakan memiliki daya sebesar 325W dengan jumlah 10 buah, sedangkan WT yang digunakan memiliki daya sebesar 600W dengan jumlah 2 buah. PV dan WT terhubung ke jaringan DC 48V. Tegangan ini digunakan untuk mengisi energi listrik pada baterai. Jenis baterai yang digunakan adalah LiFePO₄. Jika baterai sudah terisi penuh, tegangan 48V diubah menjadi tegangan AC 220V menggunakan inverter. Terdapat sistem pemutus listrik dengan menggunakan *miniatur circuit breaker* (MCB) untuk keamanan kelistrikan.

$$P_{Out} = P_{Gen} \times CF \quad (1)$$

Pada Persamaan (1) menunjukkan perhitungan energi yang dihasilkan oleh RES (P_{Out}) pada PV dan WT (P_{Gen}). Sedangkan faktor kapasitas (CF) merupakan perbandingan energi yang dapat dihasilkan dengan energi maksimum yang dapat dihasilkan. Berdasarkan beban pada Tabel 1, energi yang dikonsumsi dapat dihitung. Jika dalam sehari dibutuhkan energi listrik sebesar 17.225Wh. Dengan asumsi faktor kapasitas PV sebesar 16,8% dan WT sebesar 22,0% maka energi yang dapat dihasilkan oleh PV sebesar 13.104 Wh/hari dan WT sebesar 6.336 Wh/hari. Terjadi kelebihan kapasitas listrik 2.215 Wh/hari. Kapasitas berlebih digunakan untuk mengisi baterai untuk keadaan darurat atau didistribusikan ke tetangga (*power sharing*). Emisi CO₂ yang dapat ditekan di LEG adalah 22,16 kg/kWh/hari. Untuk memantau emisi CO₂, kami menggunakan modul yang menghitung konsumsi listrik per hari yang kemudian akan diubah menjadi emisi karbon dari rumah per hari.

Tabel 2 CO₂ yang dikeluarkan dan biaya listrik [4]

	Unit	Value
Electricity Consumption Daily Before Reduce	kWh	17,225
Electricity Cost [4]	USD/kWh	0,94
Electricity Cost Daily Before Reduce	USD	16,192
CO ₂ Emission [2]	kg/kWh	1,140
CO ₂ Emission From Electricity Before Reduce	kg	19.636
Electricity Consumption After Reduce	kWh	0
Electricity Cost Daily After Reduce	USD	0
the reduced CO ₂ after the solution	kg	22.160

B. Home Design

Rumah didesain dengan lebih dominan jendela dan ventilasi. Material jendela terdiri dari kayu dan kaca [5]. Banyaknya jendela memudahkan cahaya merambat ke dalam ruangan sehingga fungsi lampu bisa tergantikan [5]. Penggantian lampu LED berkemampuan fluoresen (60 W dan 10 W) dengan LED (27 W dan 9 W) juga dapat mengurangi konsumsi energi listrik. Posisi ventilasi diatur secara bersilangan untuk memudahkan sirkulasi udara keluar masuk. Dengan sirkulasi udara yang cukup, fungsi *air conditioner* (AC) bisa tergantikan. Untuk mendapatkan udara yang berkualitas di siang hari, jumlah tanaman di dalam rumah bisa ditambah. Pada Gambar 5-8 menunjukkan desain rumah yang dapat mengurangi emisi CO₂. Terdapat PV dan WT yang telah diletakan pada posisi optimal di dalam desain rumah. Peletakan dengan posisi yang optimal membuat faktor kapasitas PV dan WT dapat meningkat.



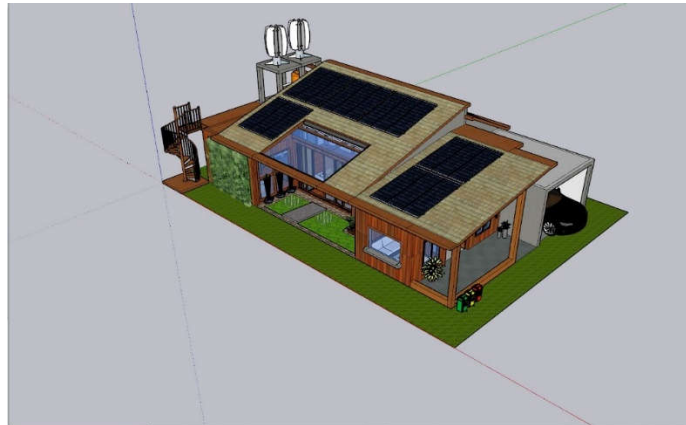
Gambar 5. Tampak Depan Rumah



Gambar 6. Tampak Samping Desain Rumah



Gambar 7. Tampak Isometrik Tanpa Atap Rumah



Gambar 8. Tampak Isometrik Desain Rumah

Dengan desain rumah tersebut, dapat menghemat listrik sebesar 4.669 Wh/hari dan emisi dapat diturunkan menjadi 5,32 kg/kWh/hari. Desain rumah tersebut terjamin privasinya untuk penghuni karena desain rumah tidak sepenuhnya terbuat dari kaca. Jendela dan Jendela Jalusi mempunyai fungsi untuk ruang masuk cahaya dan sirkulasi udara agar tetap berjalan.

C. Tas Alternatif

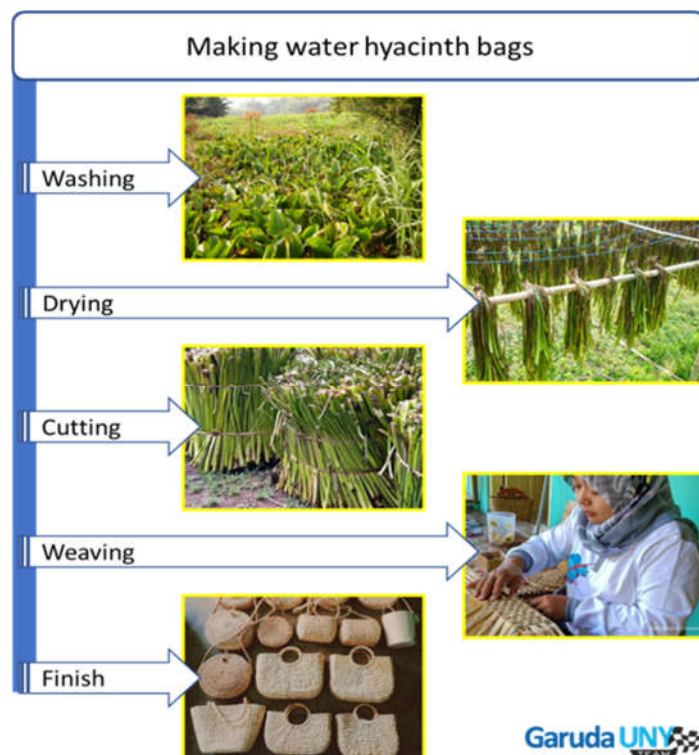
Kantong plastik banyak digunakan untuk menyimpan barang saat berbelanja, menyimpan makanan, dan membungkus sampah. Kantong plastik yang dapat digunakan adalah kantong plastik sekali pakai dan akan menjadi sampah. Daur hidup plastik menyumbang 0,36 ton emisi CO₂ dari proses produksi dan insinerasinya. Banyak negara di dunia telah melarang penggunaan kantong plastik dan menyarankan penggunaan kantong yang dapat digunakan kembali seperti kantong kertas, kantong *polypropylene* dan kantong tote berbahan katun. Namun tas reuseable belum sepenuhnya mengurangi emisi CO₂ karena proses produksinya masih banyak menghasilkan CO₂. Untuk mengatasi masalah ini "The Net Zero Carbon Bag" bisa menjadi solusi. Solusinya dengan kantong eceng gondok buatan tangan. Dalam proses produksinya, kantong ini tidak menghasilkan CO₂ [6]. Saat kantong tidak lagi digunakan, bahan kantong bisa berubah menjadi kompos. Sehingga tasnya sangat ramah lingkungan.

Pada Tabel 3 menunjukkan pengurangan CO₂ dengan mengganti kantong plastik dengan kantong karbon netto. Besarnya emisi CO₂ yang dapat dikurangi dengan memanfaatkan kantong karbon nol adalah 3,9 kg.

Tabel 3. CO₂ yang dihasilkan oleh Tas Belanja [7]

	Unit	Value
CO ₂ produced each plastic bag[7]	Kg	0,02
CO ₂ produced each Paper bag[7]	Kg	0,08
CO ₂ produced each polypropylene bag[7]	Kg	0,3
CO ₂ produced each cotton tote bag[7]	Kg	3,5
CO ₂ produced each water hyacin bag	Kg	0

Pada Gambar 9 menunjukkan proses pembuatan kantong eceng gondok mulai dari proses pencucian, penjemuran di bawah sinar matahari, pemisahan batang dan daun, dan terakhir proses menganyam hingga membentuk kantong.



Gambar 9. Proses Pembuatan Tas Enceng Gondok

D. *Novelty*

Konsep 3 aspek reduksi emisi gas CO₂ dapat diterapkan pada pemukiman kota dengan lahan yang kecil. Terlebih pemasangan pada rumah LEG dapat disesuaikan dengan posisi dan ketinggian atap. Konsep desain rumah dapat diterapkan pada rumah yang sudah berdiri dengan membuat ventilasi tambahan. Penambahan jendela sangat memungkinkan jika terdapat ruang. Konsep kebiasaan menggunakan tas *zero carbon* harus menjadi sebuah tren model kekinian.

Penerapan 3 aspek reduksi emisi gas CO₂ di wilayah terluar hanya memungkinkan pada opsi LEG. Masih banyak daerah terluar yang belum mendapatkan energi listrik. Sehingga konsep LEG sangat berpotensi besar untuk diterapkan. Energi listrik yang berlebih dapat disimpan pada baterai atau dibagi ke rumah-rumah sekitar. Tentunya potensi ini sangat dibutuhkan dan masih menjadi harapan daerah tertinggal dalam waktu yang cukup Panjang.

KESIMPULAN

Berdasarkan tiga aspek pengurangan emisi CO₂ yang akan dibahas meliputi penggunaan LEG, desain rumah, dan pengurangan penggunaan plastik, emisi dapat ditekan sebesar 27,48 kg/kWh/hari. Penggunaan kantong *zero carbon* dapat mengurangi emisi CO₂ hingga 3,9 kg/produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses perancangan tulisan ini, kepada Universitas Negeri Yogyakarta yang telah menjadi wadah kami berkreasi, kepada Bapak Advisor Garuda UNY Team Bapak Zainal Arifin, Bapak Moch Solikin, Bapak Sutiman dan Bapak I Wayan Adiyasa yang telah senantiasa membimbing dan memberi ilmu serta pengalaman kepada kami, semoga tulisan ini dapat bermanfaat untuk khalayak umum nantinya.

REFERENSI

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, *Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016.
- [2] L. A. Hamilton, S. Feit, C. Muffett, and M. Kelso, "Plastic & Climate: The hidden costs of plastic planet," *Cent. Int. Environ. Law*, pp. 1–108, 2019.
- [3] R. F. S. Budi and Suparman, "Perhitungan Faktor Emisi CO₂ PLTU Batubara dan PLTN," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2013.
- [4] Global Petrol Prices, "Indonesia electricity prices," <https://www.globalpetrolprices.com>, 2020. .
- [5] T. Sunda, "Desain pengembangan green architecture di kawasan dago dengan pendekatan arsitektur tradisional sunda," *Indones. Minist. Res. Technol. High. Educ.*, pp. 1–9, 2012.
- [6] A. Samsudin and H. Husnussalam, "IbM Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Kerajinan Tas," *Agrokreatif J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, p. 34, 2017, doi: 10.29244/agrokreatif.3.1.34-39.
- [7] B. Gates, "How do we move around in a zero-carbon world?," <https://www.gatesnotes.com>, 2020. .