

Analisis Konsumsi BBM dengan Variasi Lingkungan Operasi Kendaraan Bermotor Menuju Perilaku *Eco-Drive*

Mohammad Syarifudin¹, Kemas Muhammad Abdul Fatah^{2*}, Ruslan Dalimunthe³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai

^{1,2,3}Jln. Imam Bonjol No.486 Langkapura Bandar Lampung, Lampung, 35118, Indonesia.

E-mail: msyarif.083@gmail.com³, kmsmafattah@gmail.com², ruslandalimunthe652@gmail.com³

Info Naskah:

Naskah masuk: 24 Oktober 2022

Direvisi: 21 Desember 2022

Diterima: 22 Desember 2022

Abstrak

Peningkatan gas rumah kaca berupa gas CO₂, hasil pembakaran BBM pada kendaraan bermotor, berkontribusi bagi perubahan iklim. Pendekatan teknologi dan penggunaan bahan bakar alternatif terus dikembangkan untuk menghambat konsumsi BBM, namun belum cukup. Pendekatan lain adalah dengan perilaku *eco-driving*. Mengganti filter udara adalah salah satu dari kegiatan perawatan pencegahan pada kendaraan yang merupakan bagian dari perilaku *eco-driving*. Penelitian ini ditujukan untuk memberikan petunjuk sederhana bagi pengendara sehingga mampu menghemat konsumsi BBM. Dari pengujian *full-to-full* yang dilakukan sebanyak 20 kali, hasilnya dapat menjadi petunjuk sederhana menuju perilaku *eco-driving*, dimana petunjuk sederhana yang dimaksud adalah periode penggantian filter udara. Mengganti filter udara pada setiap 8.000 km dan tidak pada setiap 16.000 km, mampu menghemat konsumsi BBM, sebesar 8% pada wilayah Krui, 9% pada wilayah Tanjung Bintang, dan 6% pada wilayah Mesuji.

Keywords:

air filter;
climate change;
eco-drive;
fuel consumption.

Abstract

An increase in greenhouse gases in the form of CO₂ gas, a result of burning fuel in motorized vehicles, contributes to climate change. Technological approaches and the use of alternative fuels continue to be developed to reduce fuel consumption, but this is not enough. Another approach is *eco-driving* behavior. Replacing the air filter is one of the preventive maintenance activities on vehicles which is part of *eco-driving* behavior. This research intends to provide simple instructions for motorists so they can save fuel consumption. The results of the full-to-full test carried out 20 times can be a simple guide to *eco-driving* behavior, where the simple clue in question is the air filter replacement period. Replacing the air filter every 8,000 km and not every 16,000 km can save fuel consumption by 8% in the Krui area, 9% in the Tanjung Bintang area, and 6% in the Mesuji area.

*Penulis korespondensi:

Kemas Muhammad Abdul Fatah

E-mail: kmsmafattah@gmail.com

1. Pendahuluan

Bahan Bakar Minyak, atau biasa disingkat dengan BBM adalah salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable energy*) di mana seiring dengan pemanfaatannya, sumber energi ini akan terus menyusut ketersediaannya, diperkirakan 53 tahun ke depan dunia akan kehabisan minyak bumi [1]. Namun demikian, walaupun sumber energi ini terus mengalami penyusutan dan menjadi penyebab peningkatan gas rumah kaca [2] yang berdampak pada pemanasan global, kendaraan bermotor (mobil dan sepeda motor) saat ini masih bergantung pada BBM (premium, pertalite dan solar) [3].

Peningkatan konsumsi BBM terus terjadi seiring dengan peningkatan populasi kendaraan bermotor dari tahun ke tahun. Secara nasional, populasi kendaraan motor pada tahun 2020 tercatat 136,13 juta atau naik sebesar 2,35% dibanding tahun sebelumnya dengan konsumsi BBM sebesar 63,96 juta kl, terdiri atas terdiri dari solar dan minyak tanah 14,39 juta kl, Premium 8,44 juta kl, dan BBM non subsidi 41,13 juta kl [1].

Seperti disinggung di atas, peningkatan populasi kendaraan bermotor tidak hanya diiringi dengan peningkatan konsumsi bahan bakar, juga berpengaruh pada pemanasan global (*global warming*) di mana gas CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor adalah salah satu jenis gas rumah kaca (*greenhouse gas*) [4] dan konsentrasi gas ini di atmosfer akan menjadi penyebab pemanasan global [5]. Pemanasan global menjadi penyebab perubahan iklim yang menjadi ancaman kehancuran lingkungan di masa depan [6], sehingga pemanasan global menjadi persoalan sangat penting [7].

Untuk menghambat pemanasan global perlu mengurangi jumlah gas CO₂ ke atmosfer [6], ini berarti konsumsi BBM harus ditahan, tidak terus menerus meningkat seiring dengan pertumbuhan kendaraan motor. Untuk mengurangi konsumsi BBM pada kendaraan bermotor dapat dilakukan dengan pengembangan teknologi dan bahan bakar alternatif, beberapa diantaranya adalah mengembangkan kendaraan swakendali (*autonomous vehicles*) yang mampu menurunkan konsumsi BBM [2], menambahkan *bioethanol* yang dicampur ke *gasoline* [3],[8], mengganti motor bakar sebagai penggerak mula dengan baterai, atau menggunakan bahan bakar gas alam, hydrogen, LPG dan methanol [9],[10], penggunaan material baru sehingga kendaraan menjadi lebih ringan [11].

Mengurangi konsumsi bahan bakar tidak bisa hanya mengandalkan teknologi, pada kenyataannya dipengaruhi juga oleh bagaimana mengendarai dan merawat kendaraan [12]. Fokus pada teknologi dan bahan bakar alternatif adalah solusi parsial, dibutuhkan perubahan perilaku pengemudi ketika mengoperasikan kendaraan bermotor yang disebut dengan *eco-drive* [13].

Eco-driving adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan penggunaan kendaraan hemat energi yang didasarkan pada keputusan dan perilaku yang diadopsi pengendara [13]. *Eco-driving* adalah cara berkendara yang dirancang untuk mengurangi konsumsi bahan bakar, ini didasarkan pada sekelompok perilaku termasuk gaya mengemudi seseorang, cara kendaraan digunakan, seberapa

sering digunakan, muatan (bawaan) dan perawatan kendaraan [14].

Beberapa peneliti melakukan riset terkait dengan *eco-driving*. Di dalam riset yang dilakukan oleh [15], menemukan bahwa hasil dari pelatihan yang diberikan kepada pengendara terkait dengan pengetahuan dan keterampilan dalam konteks yang meliputi faktor-faktor utama *eco-driving* dan perilakunya, mampu menurunkan konsumsi bahan bakar 2-15%. Peneliti yang lain, dalam risetnya mengungkapkan bahwa hasil pelatihan perilaku *eco-driving* kepada 853 pengendara, mampu mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 4.6% [16]. Namun, hasil yang berbeda diungkapkan oleh [17], dimana pelatihan *eco-driving* tidak berdampak apapun, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas, riset ini ditujukan untuk membentuk perilaku *eco-driving* dengan memberikan petunjuk sederhana, alih-alih memberikan pelatihan. Memberikan petunjuk sederhana berkontribusi 12.5% terhadap penurunan konsumsi bahan-bakar, lebih tinggi dibanding dengan pelatihan yang bernilai 11.3% [18]. Petunjuk sederhana yang dimaksud dalam riset ini adalah petunjuk yang terkait dengan periode perawatan pencegahan. Karena perilaku yang terkait dengan perawatan pencegahan mampu mengurangi konsumsi bahan bakar tanpa membutuhkan investasi besar atau teknologi canggih [19], hanya membutuhkan kedisiplinan pada periode perawatan pencegahan.

2. Metode

Seperti tampak pada Gambar 1, tahap pertama dari penelitian ini adalah menentukan item perawatan pencegahan. Item perawatan yang terkait dengan *eco-driving* terbagi menjadi 2 (dua) kelompok. Kelompok pertama terdiri dari roda dan ban. Kelompok kedua adalah mesin. Pada kelompok mesin, perawatan pencegahan yang terkait dengan filter udara, kontribusinya salah satu yang tertinggi pada konsumsi bahan bakar. Filter udara yang kotor membuat konsumsi bahan bakar menjadi boros, meningkat sampai sebesar 10% [12].

Filter udara adalah komponen sangat penting pada kendaraan bermotor di mana filter udara berfungsi untuk menyaring debu atau kotoran sebelum masuk ke dalam ruang bakar. Penetapan periode penggantian filter oleh fabrikasi, misalnya setiap 16.000 km, adalah kurang tepat, dengan rasionalisasi bahwa setiap lingkungan memiliki kondisi udara yang berbeda. Lingkungan dengan kondisi polusi udara yang tinggi tentu akan membuat filter lebih cepat kotor yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi bahan bakar [1].

Tahap kedua adalah *survey*, dimaksudkan untuk mengamati langsung wilayah operasi kendaraan. Penelitian ini dilakukan di provinsi Lampung yang terdiri dari 15 Kabupaten/Kota, sehingga *survey* dilakukan pada ke-15 wilayah tersebut. Tahap ketiga adalah menentukan wilayah prioritas dimana perilaku *eco-driving* diimplementasikan.

Di dalam menentukan wilayah prioritas, digunakan teknik *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dimana teknik ini terutama diterapkan untuk pengambilan keputusan terhadap beberapa alternatif yang melibatkan beberapa

kriteria evaluasi [20]. Pada riset ini, alternatif dari wilayah prioritas adalah 15 Kabupaten/Kota dan kriterianya meliputi jumlah populasi kendaraan bermotor (c_1), jumlah jalan tak beraspal (c_2), intensitas kebakaran hutan (c_3) [21] dan jumlah populasi industri (c_4) [21].

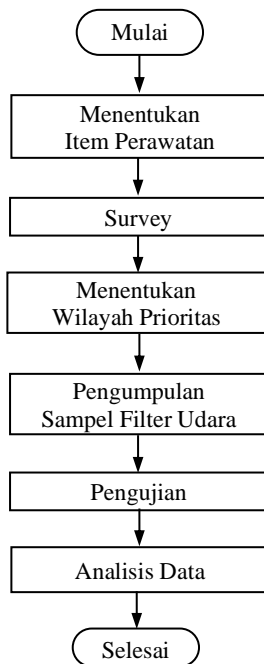
Tahap keempat adalah mengumpulkan sampel filter udara kendaraan yang beroperasi dari wilayah prioritas. Di dalam riset ini, kendaraan yang dimaksud adalah sepeda motor. Sampel filter udara yang dikumpulkan adalah filter udara yang telah dipakai kendaraan sejauh 8.000 km, 12.000 km, dan 16.000 km, masing-masing dikumpulkan 2 buah pada setiap wilayah prioritas.

Langkah kelima adalah pelaksanaan pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *full to full* di mana langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Pasangkan sampel filter udara ke sepeda motor;
- 2) Isi penuh BBM jenis Pertalite pada sepeda motor;
- 3) Sepeda motor dikendarai dengan jarak tempuh lebih kurang 11 km;
- 4) Siapkan 1 liter BBM di dalam gelas ukur dan timbang beratnya (w_1);
- 5) Isi penuh kembali BBM pada sepeda motor dengan menggunakan gelas ukur yang telah disiapkan;
- 6) Timbang gelas ukur yang telah berkurang isinya tersebut (w_2);
- 7) Hitung konsumsi BBM (km/jam) dari hasil pengujian dengan berat jenis BBM (b_{BBM}) sebesar 710 kg/m^3 , dengan formulasi:

$$\text{Konsumsi BBM} = \frac{\text{Jarak tempuh}}{((w_1 - w_2) / b_{BBM})} \quad (1)$$

- 8) Ulangi langkah 1 – 7 untuk sampel filter udara yang lain.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Tahapan berikutnya atau tahapan terakhir dari penelitian ini adalah analisis data. Data hasil pengujian pada setiap sampel ditampilkan dalam bentuk grafik dan

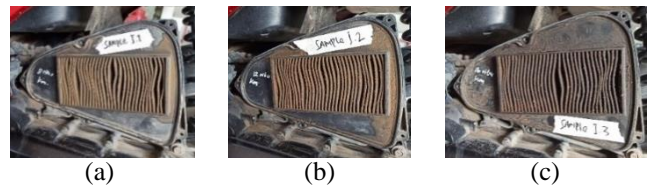
dinarasikan agar lebih mudah di dalam memahami hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan *survey* di 15 kabupaten/kota di provinsi Lampung, berikutnya adalah menentukan wilayah prioritas implementasi perilaku *eco-driving*. Hasil dari teknik AHP yang digunakan menunjukkan bahwa wilayah Mesuji menjadi prioritas pertama, diikuti oleh wilayah Tanjung Bintang dan Krui sebagai prioritas ketiga, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Wilayah dan Nilai Prioritas

No	Wilayah	Nilai Prioritas
1	Mesuji	0,234
2	Tanjung Bintang	0,211
3	Krui	0,199



Gambar 2. (a) Sampel Udara Filter 8.000 km, (b) Sampel Filter Udara 12.000 km, (c) Sampel Filter Udara 16.000 km,

Dari wilayah Mesuji dikumpulkan sampel filter udara pada pemakaian 8.000 km, 12.000 km, dan 16.000, masing-masing 2 buah. Demikian juga untuk wilayah Tanjung Bintang dan Krui. Sehingga secara keseluruhan terkumpul 18 filter udara. Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik beberapa contoh sampel filter udara yang dikumpulkan.

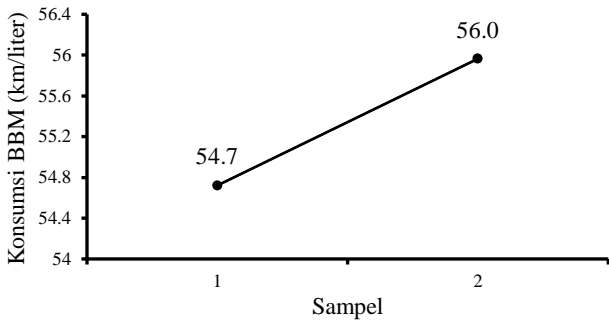
Pengujian *full to full* dilakukan sebanyak 20 kali, terdiri dari pengujian dengan filter udara baru sebanyak 2 kali dan pengujian dengan filter udara yang berasal dari seluruh wilayah prioritas sebanyak 18 kali. Pada pengujian *full to full* ke-1 dan ke-2 dengan menggunakan filter udara baru, seperti yang terlihat pada Gambar 2, rata-rata konsumsi BBM sebesar 55,34 km/liter.

Pada pengujian ke-3 sampai ke-8 di mana menggunakan sampel filter udara 8.000 km, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3. Konsumsi BBM yang beroperasi di daerah Mesuji adalah yang paling boros di mana di dalam satu liter kendaraan hanya menempuh jarak 44,2 km untuk sampel 1 dan 44,8 km untuk sampel 2. Kendaraan bermotor yang beroperasi di daerah Krui paling irit diikuti daerah Tanjung Bintang.

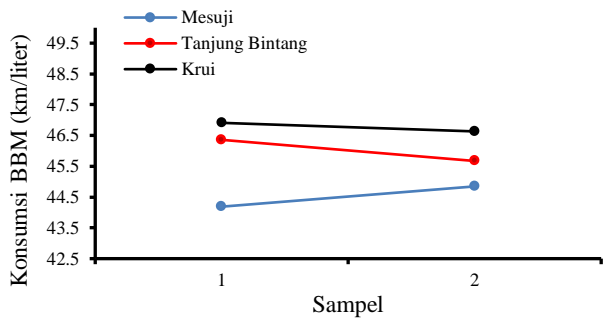
Pada pengujian *full to full* ke-9 sampai dengan ke-14 di mana menggunakan sampel filter udara 12.000 km, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4. Konsumsi BBM yang beroperasi di daerah Mesuji adalah yang paling boros di mana di dalam satu liter kendaraan hanya menempuh jarak 44,1 km untuk sampel 1 dan 42,7 km untuk sampel 2. Kendaraan bermotor yang beroperasi di daerah Krui paling irit diikuti daerah Tanjung Bintang.

Pada pengujian *full to full* ke-15 sampai dengan ke-20 di mana menggunakan sampel filter udara 16.000 km, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5. Konsumsi BBM yang beroperasi di daerah Mesuji adalah yang paling boros di

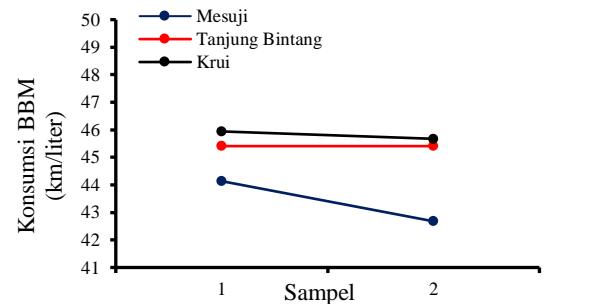
mana di dalam satu liter kendaraan hanya menempuh jarak 40.8 km untuk sampel 1 dan 39.4 km untuk sampel 2. Kendaraan bermotor yang beroperasi di daerah Krui paling irit diikuti daerah Tanjung Bintang.



Gambar 2. Hasil Pengujian Ke-1 dan Ke-2 Dengan Menggunakan Filter Udara Baru



Gambar 3. Hasil Pengujian ke-2 Sampai Ke-7 Dengan Menggunakan Filter Udara 8.000 km

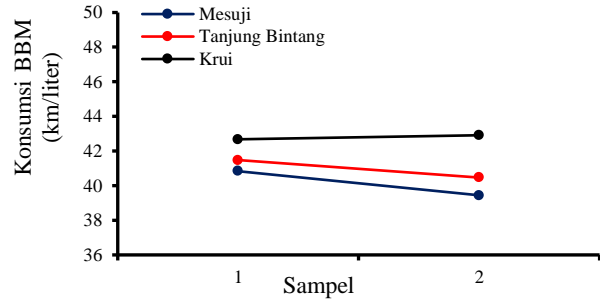


Gambar 4. Hasil Pengujian Ke-8 Sampai Ke-13 Dengan Menggunakan Filter Udara 12.000 km

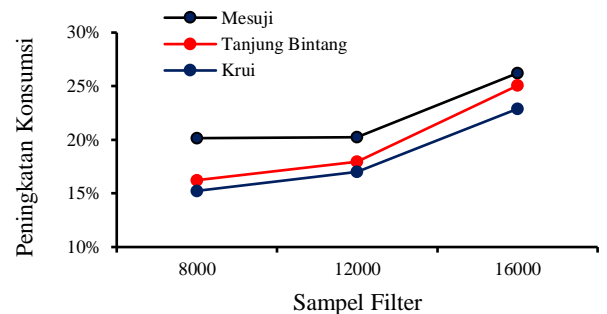
Jika konsumsi BBM dari semua filter udara yang berasal dari seluruh wilayah (hasil pengujian ke-3 sampai dengan ke-20) dibandingkan dengan konsumsi BBM dari filter udara baru (hasil pengujian ke-1 dan ke-2), seperti yang tampak pada Gambar 6. Pada filter 8.000 km terjadi peningkatan konsumsi BBM sebesar 15% pada kendaraan yang beroperasi di Krui, 16% pada kendaraan yang beroperasi di Tanjung Bintang, dan 20% pada kendaraan yang beroperasi Mesuji.

Selain itu, juga terlihat pada Gambar 6, terjadi peningkatan yang cukup signifikan konsumsi BBM dari filter udara 8.000 km ke filter udara 16.000 km, peningkatan dari 15% ke 23% untuk kendaraan yang

beroperasi di Krui atau terjadi peningkatan sebesar 8%, peningkatan dari 16% ke 25% untuk kendaraan yang beroperasi di Tanjung Bintang atau terjadi peningkatan sebesar 9%, peningkatan dari 20% ke 26% untuk kendaraan yang beroperasi di Mesuji atau terjadi peningkatan sebesar 6%. Temuan riset ini menguatkan hasil riset sebelumnya, bahwa filter udara yang kotor akan meningkatkan konsumsi BBM, bahkan sampai 10% [12].



Gambar 5. Hasil Pengujian Ke-14 Sampai Ke-19 Dengan Menggunakan Filter Udara 16.000 km



Gambar 6. Peningkatan Konsumsi BBM Sampel Filter Udara Terhadap Filter Udara Baru

4. Kesimpulan

Dari pengujian *full-to-full* yang dilakukan sebanyak 20 kali, hasilnya dapat menjadi petunjuk sederhana menuju perilaku *eco-driving*, dimana petunjuk sederhana yang dimaksud adalah periode penggantian filter udara. Mengganti filter udara pada setiap 8.000 km dan tidak pada setiap 16.000 km, mampu menghemat konsumsi BBM, sebesar 8% pada wilayah Krui, 9% pada wilayah Tanjung Bintang, dan 6% pada wilayah Mesuji.

Daftar Pustaka

- [1] K. M. A. Fatah and A. Pratama, "Analisis Kinerja Mesin dan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor dengan Variasi Kondisi Filter Udara," *Pros. Semin. Nas. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–29, 2022, doi: 10.24967/psn.v2i1.1451.
- [2] Y. Chen, J. Gonder, S. Young, and E. Wood, "Quantifying autonomous vehicles national fuel consumption impacts: A data-rich approach," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 122, no. xxxx, pp. 134–145, 2019, doi: 10.1016/j.tra.2017.10.012.
- [3] N. A. Rozikin and R. Firdaus, "Effect Of Additional Variations Of Etanol Fuel On Exhaust Gas Emissions On Yamaha 125cc Motorcycles," *Acad. Open*, vol. 4, pp. 1–9,

- 2021, doi: 10.21070/acopen.4.2021.1969.
- [4] D. Liu, X. Guo, and B. Xiao, "What causes growth of global greenhouse gas emissions? Evidence from 40 countries," *Sci. Total Environ.*, vol. 661, pp. 750–766, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.197.
- [5] A. C. McKinnon and M. I. Piecyk, "Measurement of CO2 emissions from road freight transport: A review of UK experience," *Energy Policy*, vol. 37, no. 10, pp. 3733–3742, 2009, doi: 10.1016/j.enpol.2009.07.007.
- [6] T. M. Letcher, *Why do we have global warming?* Elsevier Inc., 2018.
- [7] B. Williston, *Climate change ethics*, vol. 1–5. Elsevier Inc., 2017.
- [8] P. Iodice, G. Langella, and A. Amoresano, "Ethanol in gasoline fuel blends: Effect on fuel consumption and engine out emissions of SI engines in cold operating conditions," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 130, pp. 1081–1089, 2018, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2017.11.090.
- [9] G. Kalghatgi, "Is it really the end of internal combustion engines and petroleum in transport?," *Appl. Energy*, vol. 225, no. May, pp. 965–974, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.05.076.
- [10] P. K. Senecal and F. Leach, "Diversity in transportation: Why a mix of propulsion technologies is the way forward for the future fleet," *Results Eng.*, vol. 4, no. November, p. 100060, 2019, doi: 10.1016/j.rineng.2019.100060.
- [11] A. Li, Y. Qiao, S. Fu, and Y. Gu, "An analysis of new materials and their effects on improving fuel efficiency," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2194, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2194/1/012001.
- [12] A. Sanguinetti, K. Kurani, and J. Davies, "The many reasons your mileage may vary: Toward a unifying typology of eco-driving behaviors," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 52, pp. 73–84, 2017, doi: 10.1016/j.trd.2017.02.005.
- [13] K. Ayyildiz, F. Cavallaro, S. Nocera, and R. Willenbrock, "Reducing fuel consumption and carbon emissions through eco-drive training," *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, vol. 46, pp. 96–110, 2017, doi: 10.1016/j.trf.2017.01.006.
- [14] B. K. Sovacool and S. Griffiths, "The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 119, no. xxxx, p. 109569, 2020, doi: 10.1016/j.rser.2019.109569.
- [15] Y. Huang, E. C. Y. Ng, J. L. Zhou, N. C. Surawski, E. F. C. Chan, and G. Hong, "Eco-driving technology for sustainable road transport: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 93, no. May, pp. 596–609, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.05.030.
- [16] I. Jeffreys, G. Graves, and M. Roth, "Evaluation of eco-driving training for vehicle fuel use and emission reduction: A case study in Australia," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 60, pp. 85–91, 2018, doi: 10.1016/j.trd.2015.12.017.
- [17] D. L. Schall, M. Wolf, and A. Mohnen, "Do effects of theoretical training and rewards for energy-efficient behavior persist over time and interact? A natural field experiment on eco-driving in a company fleet," *Energy Policy*, vol. 97, pp. 291–300, 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.07.008.
- [18] C. Andrieu and G. Saint Pierre, "Comparing Effects of Eco-driving Training and Simple Advices on Driving Behavior," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 54, no. 0, pp. 211–220, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.740.
- [19] P. Sureeyatanapas, P. Poophiukhok, and S. Pathumnakul, "Green initiatives for logistics service providers: An investigation of antecedent factors and the contributions to corporate goals," *J. Clean. Prod.*, vol. 191, pp. 1–14, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.04.206.
- [20] C. C. Liu, T. Y. Wang, and G. Z. Yu, "Using AHP, DEA and MPI for governmental research institution performance evaluation," *Appl. Econ.*, vol. 51, no. 10, pp. 983–994, 2019, doi: 10.1080/00036846.2018.1524131.
- [21] D. Kim, Z. Chen, L. Zhou, and S. Huang, "Air pollutants and early origins of respiratory diseases," *Chronic Dis. Transl. Med.*, vol. 4, no. 2, pp. 75–94, 2018, doi: 10.1016/j.cdtm.2018.03.003.