

**ANALISIS PERBANDINGAN EKONOMIS MOBIL
KONVENSIONAL DAN MOBIL HIDROGEN BERDASARKAN
*TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)***

SKRIPSI

TEGAR ALIF PUTRA

20200120064



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
SEPTEMBER 2024**

**ANALISIS PERBANDINGAN EKONOMIS MOBIL
KONVENSIONAL DAN MOBIL HIDROGEN BERDASARKAN
*TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)***

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

TEGAR ALIF PUTRA

20200120064



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
SEPTEMBER 2024**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS PERBANDINGAN EKONOMIS MOBIL
KONVENSIONAL DAN MOBIL HIDROGEN BERDASARKAN
TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)
NAMA : TEGAR ALIF PUTRA
NIM 20200120064

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Sukabumi, 12 September 2024



TEGAR ALIF PUTRA

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

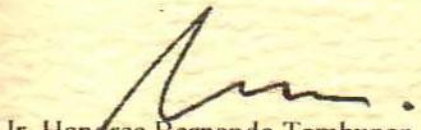
JUDUL : ANALISIS PERBANDINGAN EKONOMIS MOBIL
KONVENSIIONAL DAN MOBIL HIDROGEN BERDASARKAN
TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)

NAMA : TEGAR ALIF PUTRA

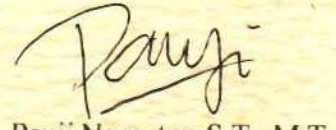
NIM 20200120064

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang
Skripsi tanggal 12 September 2024. Menurut pandangan kami, Skripsi ini
memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik.
Sukabumi, 12 September 2024

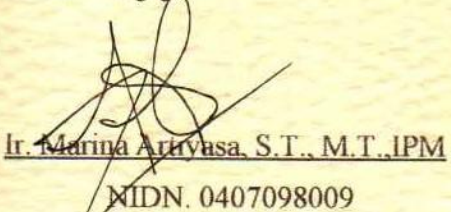
Pembimbing I


Ir. Hanarea Bernando Tambunan,
S.T., M.Eng., IPM, ASEAN Eng
NIDK. 8965420021

Pembimbing II


Panji Narputro, S.T., M.T.
NIDN. 0427047803

Ketua Penguji


Ir. Marina Ariyasa, S.T., M.T., IPM
NIDN. 0407098009

Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro


Ir. Anggy Pradiftha Junfitharana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0425068502

Plh. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng.
NIDN. 040203742

Segala sesuatu pasti ada tantangannya, selalu yakin
bahwa Bersama kesulitan pasti ada kemudahan.
Bismillah semoga Allah SWT selalu mempermudah
segala sesuatunya.



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tegar Alif Putra

NIM : 20200120064

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN EKONOMIS MOBIL KONVENSIONAL DAN MOBIL HIDROGEN BERDASARKAN TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : SUKABUMI

Pada tanggal : 12 September 2024


(Tegar Alif Putra)

ABSTRAK

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil seperti bensin atau diesel sebagai sumber energinya untuk beroperasi, secara terus menerus ini dapat mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang merusak lingkungan. Penelitian ini membandingkan ekonomis antara mobil konvensional berbahan bakar fosil dan mobil hidrogen menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO) selama periode 10 tahun. Meskipun kendaraan berbahan bakar fosil masih dominan dan memiliki dampak lingkungan negatif seperti emisi CO₂, teknologi hidrogen muncul sebagai alternatif dengan jangkauan lebih panjang dan waktu pengisian yang lebih cepat dibandingkan kendaraan listrik berbasis baterai. Hasilnya menunjukkan bahwa perbandingan biaya awal antara kedua jenis kendaraan tersebut memiliki selisih sekitar 7,27% atau senilai Rp. 57.825.662,4., kemudian selisih penggunaan bahan bakar antara bensin dengan hidrogen dengan jarak 5 km sampai 15 km itu memiliki selisih senilai 74% atau Rp. 4.638 hingga Rp. 13.917, sedangkan pada aspek Total Biaya memiliki selisih sekitar 14,40% atau senilai Rp. 108.625.632, Nilai Aset (Tahun ke-10) memiliki selisih sekitar 7,85% atau Rp. 28.912.831 dan pada Nilai Ekonomis memiliki selisih sekitar 20,66% senilai Rp. 79.712.801 diantara kedua jenis kendaraan tersebut. Dengan tingkat depresiasi tahunan yang sama, perbedaan dalam nilai depresiasi tahunan dan nilai buku tersisa disebabkan oleh perbedaan harga awal dan nilai sisa kendaraan. Temuan ini menyoroti pentingnya mempertimbangkan berbagai faktor dalam analisis TCO, dan mengindikasikan potensi efisiensi serta penghematan biaya jangka panjang dari mobil hidrogen, terutama dalam konteks keberlanjutan energi dan pengurangan dampak lingkungan.

Kata Kunci: Fosil, Bensin, Diesel, *Total Cost of Ownership* (TCO), Hidrogen, Konvensional, *Pertamax*.

ABSTRACT

The Vehicles that use fossil fuels such as gasoline or diesel as their energy source to operate continuously can reduce the exploitation of natural resources which damage the environment. This research compares the economics of conventional fossil fuel cars and hydrogen cars using the Total Cost of Ownership (TCO) method over a 10 year period. Although fossil fuel vehicles are still dominant and have negative environmental impacts such as CO₂ emissions, hydrogen technology is emerging as an alternative with a longer range and faster charging time compared to battery-based electric vehicles. The results indicate that the initial cost comparison between the two types of vehicles shows a difference of approximately 7.27%, equivalent to IDR 57,825,662.4. Furthermore, the difference in fuel consumption between gasoline and hydrogen over a distance of 5 km to 15 km amounts to approximately 74%, or IDR 4,638 to IDR 13,917. In terms of Total Cost, the difference is around 14.40%, or IDR 108,625,632. The Asset Value (at Year 10) shows a difference of approximately 7.85%, or IDR 28,912,831, while the Economic Value differs by about 20.66%, or IDR 79,712,801 between the two vehicle types. With the same annual depreciation rate, the difference in the annual depreciation amount and remaining book value is due to the difference in the initial price and residual value of the vehicle. These findings highlight the importance of considering multiple factors in TCO analysis, and indicate the potential for long-term efficiency and cost savings of hydrogen cars, especially in the context of energy sustainability and reduced environmental impact.

Keywords: *Fossil, Gasoline, Diesel, Total Cost of Ownership (TCO), Hydrogen, Conventional, Pertamina.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Ekonomis Mobil Konvensional dan Mobil Hidrogen Berdasarkan *Total Cost of Ownership* (TCO)” ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Fakultas Teknik, Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra Sukabumi.

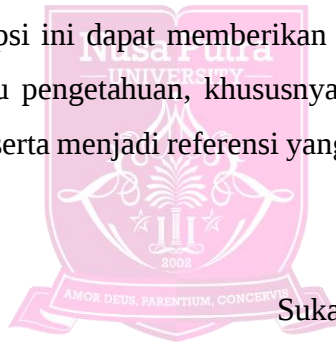
Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Kurniawan., S.T., M.Si., M.M. selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Bapak Ir. Anggy Pradiftha Junfithrana, S.Pd., M.T., selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Bapak Ir. Handrea Bernando Tambunan, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng., selaku pembimbing utama, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat berharga selama proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Panji Narputro, S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan saran selama proses penulisan skripsi ini.
5. Ibu saya serta keluarga tercinta, atas doa, cinta kasih, dan dukungan yang tiada henti. Terima kasih atas semua pengorbanan dan kasih sayang yang telah diberikan selama penulis berjuang meraih cita-citanya.
6. Sahara Nur Apriliyani, penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga atas dukungan yang diberikan selama proses meraih cita-cita ini. Terima kasih atas kesabaran dan motivasi yang selalu menguatkan penulis dalam menghadapi masa-masa sulit.

7. Teman-teman Panitia Pengawas Pemilihan Kecamatan Cicantayan, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan bantuannya selama penulis mengerjakan skripsi serta saling *backup* dalam pekerjaan.
8. Teman-teman seperjuangan Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Islam Sukabumi dan Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Elektro, atas bantuan, dukungan, dan kerjasama selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam Bidang Teknik Elektro dan Energi Terbarukan, serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.



Sukabumi, 22 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5. Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terkait	7
2.2. Kesimpulan dan Peluang Kebaruan	12
2.3. Energi.....	12
2.4. Energi Tak Terbarukan	13
2.5. Energi Baru	14
2.6. Energi Terbarukan.....	14
2.7. Hidrogen	15
2.8. Fosil	16
2.9. Bahan Bakar	17
2.10. Bahan Bakar Hidrogen (<i>Hydrogen Fuel Cell</i>)	17
2.11. Mobil Konvensional.....	18
2.12. Mobil Hidrogen.....	20

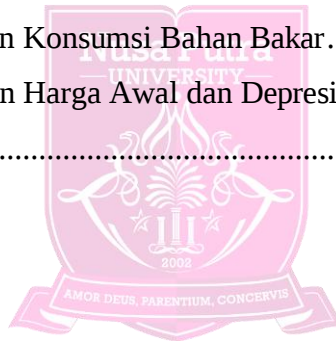
2.13. <i>Total Cost of Ownership</i> (TCO).....	22
2.13.1. Biaya Awal (<i>Initial Cost</i>)	23
2.13.2. Biaya Operasional (<i>Running Cost</i>).....	23
2.13.3. Biaya Depresiasi	24
2.13.4. Menghitung <i>Total Cost of Ownership</i> (TCO)	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1. Desain Perhitungan	25
3.2. Model Proses Perhitungan Dalam Menentukan Nilai TCO.....	26
3.2.1. Studi Literatur.....	26
3.2.2. Identifikasi Masalah	27
3.2.3. Pengumpulan Data.....	27
3.2.4. Masukan Data.....	27
3.2.5. Perhitungan Biaya Awal.....	27
3.2.6. Perhitungan Biaya Operasional	27
3.2.7. Perhitungan Biaya Depresiasi.....	28
3.2.8. Perhitungan Nilai Ekonomis TCO	29
3.2.9. Hasil Perhitungan Nilai Ekonomis	29
3.2.10. Analisis dan Pembahasan	30
3.2.11. Kesimpulan dan Saran.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Perhitungan Biaya Awal	31
4.2. Perhitungan Biaya Operasional.....	33
4.2.1. Menghitung Biaya Konsumsi Bahan Bakar	33
4.3. Menghitung Biaya Depresiasi	35
4.3.1. Depresiasi Mobil Konvensional	36
4.3.2. Depresiasi Mobil Hidrogen	36
4.4. Menghitung <i>Total Cost of Ownership</i> (TCO).....	38
4.4.1. TCO Mobil Konvensional	38
4.4.2. TCO Mobil Hidrogen	39
BAB V PENUTUP	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	42

DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN – LAMPIRAN	52



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Energi Tak Terbarukan.....	13
Gambar 2.2. Energi Baru (Energi Nuklir).....	14
Gambar 2.3. Energi Terbarukan	15
Gambar 2.4. Siklus Energi Hidrogen	16
Gambar 2.5. Proses Pembentukan Minyak Bumi.....	17
Gambar 2.6. Proses Pembuatan Bahan Bakar Hidrogen	18
Gambar 2.7. Perbedaan Mesin Mobil Bensin dan Diesel.....	19
Gambar 2.8. Toyota Camry 2.5V 2024.....	20
Gambar 2.9. Cara Kerja Mobil Hidrogen.....	21
Gambar 2.10. Toyota Mirai XLE 2024.....	22
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Harga Awal	32
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar.....	35
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Harga Awal dan Depresiasi.....	38
Gambar 4.4. Grafik TCO.....	40



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Daftar Penelitian Terkait	7
Tabel 4.1. Perbandingan Biaya Awal.....	31
Tabel 4.2. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar	34
Tabel 4.3. Nilai Depresiasi	37
Tabel 4.4. <i>Total Cost of Ownership</i> (TCO).....	39



LAMPIRAN – LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Spesifikasi <i>Toyota Camry 2.5V 2024</i>	52
Lampiran 2. Spesifikasi <i>Toyota Mirai XLE 2024</i>	53
Lampiran 3. Portal Informasi Indonesia.....	53
Lampiran 4. Daftar Singkatan	54
Lampiran 3. RIWAYAT HIDUP.....	56



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil seperti bensin atau diesel sebagai sumber energinya untuk beroperasi, secara terus menerus ini dapat mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang merusak lingkungan [1]. Dengan penggunaan energi fosil ini berdampak pada kesehatan lingkungan sekitar dimana dengan penggunaan energi fosil ini akan meningkatkan emisi CO₂ atau karbon dioksida, yang nantinya juga berdampak terhadap kesehatan masyarakat [2]. Oleh karena itu, jumlah kendaraan yang masih menggunakan bahan bakar fosil tidak berbanding lurus dengan jumlah energi bersih yang digunakan, karena bahan bakar fosil menghasilkan CO₂ yang berdampak negatif terhadap lingkungan [3]. Keterkaitan yang erat antara penggunaan teknologi dan kerusakan lingkungan membuat masyarakat menyadari perlunya memodifikasi dan berinovasi pada teknologi yang ada. Penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara, gas alam dan minyak [4]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia, digunakan dalam berbagai sektor seperti rumah tangga, industri, dan layanan publik [5][6]. Di Indonesia, lebih dari 82% energi yang digunakan berasal dari energi fosil, sehingga diperlukan upaya serius untuk mengembangkan sumber energi terbarukan [7].

Adanya Peraturan Pemerintah Nomor 112 Tahun 2002 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik di Indonesia mendorong upaya untuk terus mengurangi emisi tersebut. Sebagai salah satu negara yang menandatangani Perjanjian Paris (*Pacta Sunt Servanda*), Indonesia wajib

mematuhi perjanjian-perjanjian yang dihasilkan dari perjanjian tersebut. Oleh karena itu, hukum dalam negeri Indonesia harus konsisten dengan ketentuan Perjanjian Paris. Selanjutnya setelah disahkan menjadi undang-undang nasional, pemerintah menerbitkan peraturan pemerintah tentang kebijakan energi nasional. Kebijakan ini bertujuan untuk mempercepat pembangunan infrastruktur dan menciptakan insentif untuk mendukung pengembangan energi terbarukan [8]. Meskipun kebijakan energi masa depan akan berorientasi pada penggunaan energi terbarukan, namun bahan bakar fosil, khususnya minyak dan gas alam, akan tetap mendominasi. Hal ini terlihat dari proyeksi bauran energi primer Indonesia ke depan. Pangsa minyak dan gas alam pada tahun 2025 dan 2050 diperkirakan mencapai 49% dan 39% dari total permintaan energi negara berdasarkan skenario *Current Policy* atau 45% dan 44% berdasarkan kebijakan saat ini [9].

Di sisi lain, Indonesia memiliki potensi energi surya dan angin yang sangat besar, dimana energi listrik dapat dihasilkan dan digunakan dalam proses elektrolisis untuk menghasilkan hidrogen [10]. Dari beberapa tahun sebelumnya, beberapa negara industri maju, seperti Amerika Serikat, Kanada, Eropa, dan Jepang, telah mengembangkan standar emisi kendaraan yang mewajibkan pengurangan tingkat racun gas buang secara bertahap [11]. Perkembangan kendaraan listrik dengan baterai konvensional dinilai kurang dapat diandalkan karena jangkauan yang lebih pendek dan waktu pengisian baterai yang lebih lama dibandingkan kendaraan umum. Namun, teknologi dan peningkatan *fuel cell* dapat mengatasi masalah jangkauan dan pengisian daya baterai. Selain tangki penyimpanan gas hidrogen, beberapa jenis prototipe kendaraan listrik menggunakan reformer yang mengubah campuran metana dan air menjadi gas hidrogen [12]. Hidrogen melalui kendaraan listrik berbasis *fuel cell* atau dengan nama lain *Fuel Cell Electric Vehicles* (FCEV) merupakan solusi alternatif di sektor transportasi darat yang dapat diproduksi, didistribusikan, dan disimpan. Penggunaan FCEV terbukti mampu menurunkan permintaan energi di sektor transportasi darat sebesar 5,1 - 7,3% dan konsumsi BBM sebesar 15-21% [13]. Akan tetapi, biaya yang diperlukan untuk membuat suatu kendaraan FCEV sangat bergantung pada volume produksi dan komponen yang digunakan [14].

Beberapa kasus mengindikasikan bahwa biaya kepemilikan (di luar biaya pembelian) seringkali melebihi biaya pembelian atau biaya akuisisi. Hal ini yang lantas mendasari munculnya konsep Total Biaya Kepemilikan atau lebih dikenal dengan *Total Cost of Ownership* (TCO) [15]. Perhitungan TCO merupakan konsep yang digunakan untuk menghitung total biaya yang terkait dengan kepemilikan suatu aset atau sistem selama masa pakainya [16]. Dengan menggunakan TCO, kita dapat menilai secara komprehensif biaya yang dikeluarkan selama masa pakai kendaraan.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait TCO sangat sering digunakan dalam dunia industri. Salah satunya penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Nilai Ekonomis Mobil Listrik dan Mobil Konvensional Dengan Pendekatan *Total Cost of Ownership* (TCO)” tahun 2023 oleh Setya Edi Pranata, Yustina Suhandini Tjahjaningsih, dan Mustakim [17]. Pada penelitian ini membandingkan antara mobil listrik dan mobil konvensional berbahan bakar bensin dan solar. Mobil listrik yang diteliti adalah mobil dengan merk WA, sedangkan mobil konvensional yang diteliti adalah TA dan KI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TCO mobil listrik lebih rendah dibandingkan dengan mobil konvensional, dengan hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai ekonomis mobil listrik adalah Rp. 134.336.622, sedangkan mobil konvensional berbahan bakar bensin adalah Rp. 213.377.184 dan mobil berbahan bakar diesel adalah Rp. 301.136.733. Faktor-faktor ekonomi yang mempengaruhi nilai ekonomis dalam jangka panjang meliputi biaya tetap seperti biaya pembelian, biaya pajak, dan depresiasi nilai kendaraan, serta biaya tidak tetap seperti biaya konsumsi energi, biaya servis, dan suku cadang.

Penelitian terdahulu lainnya dilakukan oleh Riyanto, Setya Agung Riyadi, Chaikal Nuryakin dan Natanael Waraney Gerald Massie pada tahun 2019 dengan judul “*Estimating the Total Cost of Ownership (TCO) of Electrified Vehicle in Indonesia*” [18]. Penelitian ini membahas tentang perbandingan TCO pada Kendaraan Bahan Bakar Bensin (ICEV), Kendaraan Listrik Baterai (BEV), Kendaraan *Hybrid Electric Vehicle* (HEV) dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). Penelitian ini menggunakan asumsi terkait periode kepemilikan, harga mobil, dan biaya bahan bakar untuk menghitung TCO serta mengkaji dampak emisi

CO₂ dari berbagai jenis kendaraan dan biaya sosial yang terkait. Menggunakan beberapa skenario kepemilikan seperti (5, 10, dan 16 tahun) untuk menganalisis TCO. Hasil menunjukkan bahwa dengan asumsi harga bahan bakar yang tinggi, perbedaan TCO antara HEV, PHEV, dan BEV menjadi lebih kecil dibandingkan ICE.

Berdasarkan masalah yang ada, penelitian ini akan mencoba menggunakan metode TCO untuk membandingkan nilai ekonomis antara mobil konvensional dan mobil hidrogen, karena sebelumnya telah ada perbandingan antara mobil konvensional dengan mobil listrik maka penelitian ini melakukan pembaruan antara mobil konvensional dengan mobil hidrogen untuk melihat seberapa jauh perbandingannya. Meskipun mobil hidrogen belum secara masif diperjual-belikan di Indonesia, tetapi PT PLN (Persero) telah membuat Stasiun Pengisian Mobil Hidrogen atau yang dikenal sebagai *Hydrogen Refueling Station* (HRS) di daerah Senayan, Jakarta pada Februari 2024 [19]. Dengan demikian, artinya penjualan mobil hidrogen cepat atau lambat akan segera merambat.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang ada, maka dapat dirumuskan rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana konsumsi hidrogen perkilometer pada mobil hidrogen dibandingkan dengan mobil konvensional (bensin)?
2. Bagaimana perbedaan TCO antara mobil konvensional dan mobil hidrogen dalam jangka 10 tahun?
3. Apakah mobil hidrogen memiliki keunggulan ekonomis dibandingkan mobil bensin konvensional dalam jangka panjang berdasarkan perhitungan TCO?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

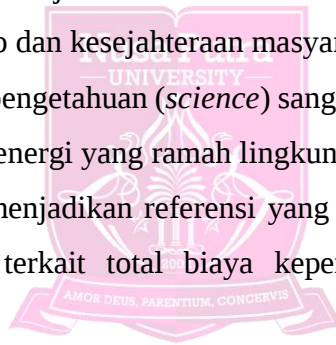
Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan perbandingan konsumsi energi pada mobil konvensional dan mobil hidrogen.

2. Mengetahui perbandingan TCO antara mobil konvensional dan mobil hidrogen selama masa kepemilikan selama 10 tahun.
3. Mendapatkan total biaya kepemilikan (TCO) mobil konvensional dengan mobil hidrogen.

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Manfaat bagi pribadi sebagai mahasiswa untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi energi baru terbarukan yang berfokus di bidang hidrogen, sehingga dapat membantu individu untuk membantu keputusan yang lebih baik dalam memilih sumber energi.
2. Manfaat bagi masyarakat adalah meningkatkan pengetahuan mengenai harga jangka panjang dan keputusan bijak dalam membeli kendaraan, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat juga lingkungan.
3. Sumbangsih terhadap ilmu pengetahuan (*science*) sangat penting dalam rangka mengembangkan teknologi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
4. Manfaat yang diharapkan menjadikan referensi yang dapat digunakan untuk menganalisis lebih lanjut terkait total biaya kepemilikan dalam bidang teknologi.



1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam menyusun penelitian ini, ditetapkan batasan-batasan yang jelas untuk memastikan bahwa pembahasan tetap fokus dan sesuai dengan tujuan penelitian. Beberapa batasan yang ditetapkan antara lain.

1. Peneliti akan membandingkan mobil dengan spesifikasi yang serupa, baik mobil hidrogen maupun mobil konvensional.
2. Analisis TCO akan dilakukan dalam jangka waktu (10 tahun) untuk memperhitungkan biaya pembelian, biaya konsumsi bahan bakar dan nilai depresiasi aset.
3. Variabel yang dianalisis meliputi biaya pembelian (disamakan dengan menggunakan regulasi subsidi Mobil Listrik karena regulasi mengenai mobil

hidrogen belum diatur oleh Pemerintah Indonesia), biaya operasional, biaya emisi gas buang, biaya depresiasi dan perhitungan TCO.

4. Mobil yang dibandingkan adalah produk dari *Toyota*, dengan mobil konvensional yang diwakili merk *Toyota Camry 2.5V 2024* dan mobil hidrogen yang diwakili dengan merk *Toyota Mirai XLE 2024*.
5. Perhitungan pada mobil hidrogen menggunakan regulasi mobil listrik, dikarenakan regulasi mobil hidrogen belum ada di Indonesia.

1.5. Sistematika Penelitian

Penelitian ini terdiri dari lima bab, yang masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, cakupan penelitian, serta struktur penulisan dari Analisis perbandingan nilai ekonomis TCO-nya.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini akan membahas tentang berbagai ide penting, seperti Energi, Energi Baru, Energi Terbarukan, Hidrogen, Fosil, Bahan Bakar, Bahan Bakar Hidrogen, Kendaraan berbahan bakar fosil, Kendaraan hidrogen, serta TCO. Selain itu, bagian ini juga akan menjelaskan tentang perhitungan TCO dan audit penulisan berdasarkan pemeriksaan yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan tentang desain perhitungan, spesifikasi perangkat dan model proses perhitungan dalam menentukan nilai TCO.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil dan analisis dari perhitungan ekonomis kedua jenis kendaraan berdasarkan TCO.

BAB V: PENUTUP

Bagian penutup mencakup rangkuman hasil penelitian dan penerapan sistem, serta rekomendasi dari penulis untuk pengembangan penelitian serupa di masa depan.

BAB V

PENUTUP

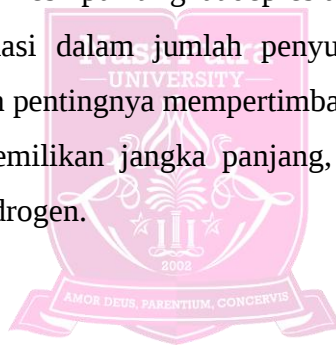
5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan, maka kesimpulan yang bisa ditarik yaitu:

1. Berdasarkan perhitungan biaya awal, terdapat perbedaan signifikan antara harga asli tanpa pajak mobil konvensional dan mobil hidrogen. *Toyota Camry 2.5V 2024* sebagai mobil konvensional memiliki harga sebesar Rp794.979.000 setelah dikurangi pajak, sedangkan *Toyota Mirai XLE 2024* sebagai mobil hidrogen memiliki harga awal Rp819.059.264. Namun, karena penyesuaian terhadap Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 8 Tahun 2024 yang berlaku untuk mobil listrik, harga mobil hidrogen dikurangi 10% menjadi Rp737.153.338. Penyesuaian ini diperlukan karena mobil hidrogen belum resmi dijual di Indonesia, sehingga tidak termasuk dalam skema pajak kendaraan konvensional. Temuan ini menekankan pentingnya pemahaman terhadap struktur biaya dan regulasi perpajakan dalam analisis harga kendaraan, khususnya dalam membandingkan teknologi konvensional dan inovasi baru seperti kendaraan hidrogen.
2. Berdasarkan Penelitian ini, perhitungan membandingkan konsumsi dan biaya bahan bakar antara *Toyota Camry 2.5V 2024* (menggunakan bahan bakar jenis *Pertamax*) dan *Toyota Mirai XLE 2024* (menggunakan hidrogen), dengan menyetarakan satuan energi: 1 Liter *Pertamax* = 1 kg hidrogen = 3,74 Liter energi setara. *Toyota Camry*, dengan efisiensi 11 km/liter, membutuhkan masing-masing 0,4545 liter, 0,909 liter, dan 1,364 liter *Pertamax* untuk menempuh 5 km, 10 km, dan 15 km, dengan biaya Rp6.225,65, Rp12.451,8, dan Rp18.678,8. Sementara itu, *Toyota Mirai*, dengan efisiensi 0,00865 kg/km, memerlukan 0,04325 kg, 0,0865 kg, dan 0,12975 kg hidrogen untuk jarak yang sama, dengan biaya Rp1.587, Rp3.174, dan Rp4.761. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun biaya per

kilometer mobil hidrogen lebih rendah, efisiensi kendaraan dan harga bahan bakar sangat memengaruhi hasil perbandingan. Temuan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan berbagai faktor dalam mengevaluasi biaya operasional kendaraan berbasis bahan bakar.

3. Penelitian ini mengevaluasi depresiasi tahunan dan nilai buku kendaraan selama 10 tahun menggunakan metode garis lurus (*Straight Line Method*) pada *Toyota Camry 2.5V 2024* (konvensional) dan *Toyota Mirai XLE 2024* (hidrogen). Dengan tingkat depresiasi 10% per tahun, nilai depresiasi tahunan *Toyota Camry* sebesar Rp39.748.950, menghasilkan nilai buku sebesar Rp715.481.100 setelah dua tahun. Sementara itu, *Toyota Mirai* memiliki depresiasi tahunan Rp36.857.669, dan nilai buku setelah dua tahun adalah Rp663.438.004,2. Meskipun tingkat depresiasi sama, perbedaan nilai awal menyebabkan variasi dalam jumlah penyusutan dan nilai buku. Temuan ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan depresiasi dalam analisis total biaya kepemilikan jangka panjang, baik untuk kendaraan konvensional maupun hidrogen.



5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Analisis Perbandingan Ekonomis Mobil Konvensional dan Mobil Hidrogen Berdasarkan *Total Cost of Ownership* (TCO), penulis menyarankan:

1. Penelitian lebih lanjut tentang biaya operasional karena penelitian ini hanya mempertimbangkan depresiasi dan biaya bahan bakar dalam analisis *Total Cost of Ownership* (TCO). Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memasukkan biaya operasional lain, seperti biaya perawatan, asuransi, pajak, dan biaya lainnya yang mungkin berdampak signifikan terhadap TCO.
2. Mengingat bahwa efisiensi bahan bakar dan tingkat depresiasi dapat bervariasi tergantung pada kondisi penggunaan (seperti perkotaan, jalan tol, iklim, dan

medan), studi lebih lanjut yang mempertimbangkan variasi kondisi ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai TCO untuk kedua jenis kendaraan.

3. Selain analisis ekonomi, penelitian mendatang juga disarankan untuk memasukkan analisis dampak lingkungan dari kedua jenis kendaraan. Analisis ini dapat mencakup emisi gas rumah kaca, polusi udara, dan penggunaan sumber daya alam untuk memberikan gambaran yang lebih holistik tentang keuntungan dan kerugian penggunaan mobil konvensional dan hidrogen.
4. Penelitian ini menggunakan asumsi umum dan data yang tersedia saat ini. Penelitian masa depan dapat memperbaiki akurasi hasil dengan menggunakan data empiris yang lebih detail dan model perhitungan yang lebih canggih, termasuk simulasi yang mempertimbangkan berbagai variabel dinamis.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Javed, J. Ashraf, dan T. Khan, “Keywords 2 . RENEWABLE ENERGY SOURCES IN EUROPEAN UNION COUNTRIES,” vol. 9, no. 4, hal. 239–250, 2020, doi: 10.18488/journal.11.2020.94.239.250.
- [2] L. A’nnisa, H. Sasana, dan Y. Septiani, “Analysis of Fossil Energy Consumption, CO2 Emission, Renewable Energy Consumption and Economic Growth on Indonesian Health Expenditure for The Period 2000-2017,” *Din. Dir. J. Econ.*, vol. 2, no. 2, hal. 431–445, 2020.
- [3] J. Desember dan M. Afifa, “Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Sebagai Charging Station Kendaraan Listrik Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah,” vol. 15, no. 2, hal. 109–118, 2024.
- [4] Y. Arisandi, D. A. Kartika, E. S. Arosanto, dan D. Yeni, “Transportasi Ramah Lingkungan Sebagai Solusi Pengganti Kendaraan yang Menggunakan Bahan Bakar Minyak Bumi,” *Jurnal Informasi, Teknologi, Engineering, dan Sains*, vol. 2, no. 1, hal. 68–73, 2022.
- [5] J. D. P. Ardiana, . Y., dan . S., “Analisis Potensi Energi Angin sebagai PLTB di Pantai Watu Ulo Jember Menggunakan data BMKG,” *J. Pendidikan, Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 4, hal. 962–965, 2023, doi: 10.47233/jpst.v2i4.1313.
- [6] Y. Hakimah, “Analisis kebutuhan listrik dan penambahan pembangkit listrik,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, hal. 1689–1699, 2019.
- [7] R. Putri *et al.*, “Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sebagai Sumber Alternatif pada Mesjid Tengku Bullah Universitas Malikussaleh,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.30596/rele.v5i1.10788.
- [8] R. S. Fajar Dwi Romadhon, “Analisis Pengaturan Energi Terbarukan Dalam Kendaraan Berbasis Elektrik Untuk Mendukung Perlindungan Lingkungan (Analisis Komparatif Antara Indonesia, Brazil, dan Pakistan),” *J. Pacta Sunt*

Servanda, vol. 4, hal. 1–14, 2023.

- [9] A. E. Setyono dan B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, hal. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [10] M. S. Hasan dan W. Widayat, “Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Sumber Daya Energi Surya dan Angin di Indonesia,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 1, hal. 38–48, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13374.
- [11] Hendrata Suhada, “Fuel Cell Sebagai Pengganti Motor Bakar Pada Kendaraan,” *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, hal. 85–91, 2001, [Daring]. Tersedia pada: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/15945>
- [12] Erwin, R. Fernanda, M. D. P, N. F. R, dan I. R. K, “Kajian Penerapan Sistem Fuel Cell Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Pada Kendaraan Bermotor,” *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 2, hal. 104–116, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://10.0.93.79/jptm.v10i2.45831>
- [13] A. A. Setiawan, “Dampak Penggunaan Hidrogen Fuel Cell Vehicle pada Transportasi Darat di Indonesia ARIF YULIANTO WIDI K, Ahmad Agus Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D.; Prof. Ir. Arief Budiman, M.S., D.Eng., IPU.,” no. Ldv, 2020.
- [14] S. T. Thompson *et al.*, “Direct hydrogen fuel cell electric vehicle cost analysis: System and high-volume manufacturing description, validation, and outlook,” *J. Power Sources*, vol. 399, no. March, hal. 304–313, 2018, doi: 10.1016/j.jpowsour.2018.07.100.
- [15] D. Jefferies dan D. Göhlich, “A comprehensive TCO evaluation method for electric bus systems based on discrete-event simulation including bus scheduling and charging infrastructure optimisation,” *World Electr. Veh. J.*, vol. 11, no. 3, hal. 1–43, 2020, doi: 10.3390/WEVJ11030056.
- [16] N. Investasi, T. Energi, dan G. Berdasarkan, “Investasi Transisi Energi Global 2023 Mayoritas untuk EV,” no. 2023, hal. 2023–2024, 2024.
- [17] S. E. Pranata dan Y. S. Tjahjaningsih, “Analisis Perbandingan Nilai Ekonomis Mobil Listrik dan Mobil Konvensional Dengan Pendekatan Total

- Cost of Ownership (TCO),” vol. 2, no. 2, hal. 22–33, 2023.
- [18] R. Riyanto, S. A. Riyadi, C. Nuryakin, dan N. W. Gerald Massie, “Estimating the Total Cost of Ownership (TCO) of Electrified Vehicle in Indonesia,” *ICEVT 2019 - Proceeding 6th Int. Conf. Electr. Veh. Technol. 2019*, hal. 88–99, 2019, doi: 10.1109/ICEVT48285.2019.8994030.
- [19] PT PLN (Persero), “Sukses Produksi Hidrogen Hijau, Kini PLN Bangun Stasiun Pengisian untuk Kendaraan di Kawasan Senayan, Jakarta,” Siaran Pers, Press Release No. 021.PR/STH.00.01/I/2024. Diakses: 22 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2024/01/sukses-produksi-hidrogen-hijau-kini-pln-bangun-stasiun-pengisian-untuk-kendaraan-di-kawasan-senayan-jakarta>
- [20] H. A. Alamri dan I. Garniwa, “Utility Factor Analysis and Cost Ownership of the Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Mitsubishi Outlander Phev),” *Citiz. J. Ilm. Multidisiplin Indones.*, vol. 2, no. 3, hal. 511–520, 2022, doi: 10.53866/jimi.v2i3.137.
- [21] J. Hagman, J. J. Stier, dan Y. Susilo, “Research in Transportation Business & Management Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion,” hal. 1–7, 2016, doi: 10.1016/j.rtbm.2016.01.003.
- [22] D. P. H. Kolodziejak, T. H. Pham, T. Hofman, dan S. Wilkins, “An Optimization and Analysis Framework for TCO Minimization of Plug-in Hybrid Heavy-duty Electric Vehicles,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 5, hal. 484–491, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.09.077.
- [23] M. Saputra, “Homer Sebagai Analisator Energi Angin Di Kota Meulab oh,” *J. Mekanova*, vol. 2, no. 1, hal. 48–57, 2016.
- [24] Y. Buana dan B. E. Center, “Analisis Enumerasi Kripto Pada Usaha Rintisan Berbasis Teknologi,” *Core.Ac.Uk*, hal. 1–21, 2019.
- [25] S. Sunardiyo, A. Suryanto, Y. Primadiyono, E. Sarwono, dan A. Asriningati, “PEMODELAN SISTEM PEMBANGKIT HYBRID DIESEL GENERATOR-PV MICROGRID INTERAKTIF (Kajian Smart Hybrid),” *Inov. Kim.*, no. 1, hal. 65–87, 2022, doi: 10.15294/ik.v1i1.62.

- [26] A. J. Adellea, “Rangka Ketahanan Energi Nasional,” *Indones. State Law Rev.*, vol. 05, no. 1, hal. 43–51, 2022.
- [27] I. Kholiq, “PEMANFAATAN ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN UNTUK MENDUKUNG SUBSTITUSI BBM,” *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 4, no. 1, hal. i, 2012, doi: 10.1016/s1877-3435(12)00021-8.
- [28] P. P. RI, “Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007,” 2007. doi: 10.4018/jgc.2013010106.
- [29] Polarpedia, “Non-renewable energy.” Diakses: 20 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://polarpedia.eu/en/non-renewable-energy/>
- [30] M. Azhar dan D. A. Satriawan, “Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional,” *Adm. Law Gov. J.*, vol. 1, no. 4, hal. 398–412, 2018, doi: 10.14710/alj.v1i4.398-412.
- [31] A. I. Aulia, “Energi Nuklir: Pengertian, Reaksi, dan Contoh Pemanfaatannya.”
- [32] Kiky, “DPR: Pemanfaatan Energi Nuklir Masih Wacana,” *SeputarEnergi*. Diakses: 20 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://seputarenergi.com/2020/12/21/dpr-pemanfaatan-energi-nuklir-masih-wacana/>
- [33] M. Syahid *et al.*, “Sosialisasi Energi Terbarukan dan Pelatihan Perakitan Listrik Tenaga Surya pada Siswa Sekolah Alam Le Cendekia Gowa CENDEKIA dengan tema “ Sosialisasi Energi Terbarukan dan Pelatihan Perakitan Listrik Tenaga,” vol. 7, hal. 127–135, 2024.
- [34] S. Yuniar Yasmin, F. Febrian Syah, A. Azria Azka, dan D. Aribowo, “Energi Surya Sebagai Solusi Dalam Peningkatan Efisiensi Energi Perspektif SDGs 7 (Sustainable Development Goals 7) 2030 (Studi Kasus Penerapan Panel Surya Mewujudkan Smart And Green Campus di UNTIRTA),” *Venus J. Publ. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 2, hal. 108–118, 2024.
- [35] Gunawan Sihombing, “Transformator Energi, Potensi Dan Pengujian Model Energi,” *J. Syntax Transform.*, vol. 1, no. 9, hal. 612–618, 2020, doi: 10.46799/jst.v1i9.150.

- [36] Kompasiana, “Bioenergi Sumber Energi Alternatif yang Mendunia.”
- [37] A. Firdaus *et al.*, “Penyimpanan Dan Pemanfaatan Energi Hidrogen Hasil Produksi Reaktor Aluminium Corrosion and Electrolysis Sebagai Bahan Bakar Internal Combustion Engine Dan Pengelasan Logam Storage and Utilization of Hydrogen Energy Production Result of Aluminum Corrosion,” vol. 8, hal. 14–21, 2017.
- [38] O. A. Rosyid dan M. A. . Oktaufik, “Infrastruktur Hidrogen untuk Aplikasi Fuel Cell dalam Era Ekonomi Hidrogen,” *J.Ilm.Tek.Energi* , vol. 1, no. 9, hal. 1–14, 2009.
- [39] Kresna Dewi, Erik Setiyabudi, Riecca Oktavitania, dan Hanang Samodra, “Tinjauan Kontribusi Fosil dalam Penetapan Warisan Geologi,” *J. Geol. dan Sumberd. Miner.*, vol. 24, no. 4, hal. 225–233, 2023, doi: 10.33332/jgsm.geologi.v24i4.804.
- [40] E. Setiyabudi, A. Trihascaryo, T. Koesbarditi, R. Adi Suriyanto, dan D. Bayu Murti, “Geoconservation of Vertebrate and Human Ancient Fossils Site, The South Tulungagung Area East Java,” *J. Geol. dan Sumberd. Miner.*, vol. 20, no. 4, hal. 187, 2019, doi: 10.33332/jgsm.geologi.v20i4.453.
- [41] Geoenviron, “Proses Pembentukan Minyak Bumi.” Diakses: 20 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://persembahanku.wordpress.com>
- [42] M. Nasution, “Bahan Bakar Merupakan Sumber Energi yang Sangat Diperlukan dalam Kehidupan Sehari Hari,” *J. Electr. Technol.*, vol. 7, no. 1, hal. 29–33, 2022.
- [43] A. I. Ramadhan, T. Djunaedi, dan I. Firmansyah, “Analisis Performansi Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Dengan Ring Bensin Option R Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor 4 Tak,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 2, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://dx.doi.org/10.24853/jurtek.14.2.255-264>
- [44] R. Gani, S. R. Adawiah, A. Nur, dan T. Andriani, “Peluang Hidrogen sebagai Bahan Bakar Alternatif di Indonesia,” hal. 58–65, 2016.
- [45] R. Rimbawati, C. Cholish, W. A. L. Tanjung, dan M. A. R. Effendy, “Pengujian Air Bersih Menjadi Hidrogen Untuk Energi Alternatif

- Menggunakan Arduino,” *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, hal. 65, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8276.
- [46] Airbus, “Hydrogen fuel cells, explained.” Diakses: 20 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.airbus.com/en/newsroom/news/2020-10-hydrogen-fuel-cells-explained>
- [47] P. Patil, “Innovations in Electric Vehicle Technology: A Review of Emerging Trends and Their Potential Impacts on Transportation and Society,” *Rev. Contemp. Bus. Anal.*, vol. 4, no. 1, hal. 1–13, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://researchberg.com/index.php/rcba/article/view/123>
- [48] V. Astra Car, “7 Perbedaan Mobil Mesin Bensin dan Mesin Diesel,” Astra Car. Diakses: 9 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://blog.acv.astra.co.id/detail/perbedaan-mesin-bensin-dan-diesel>
- [49] T. Auto2000, “Mengenal 7 Perbedaan Mesin Bensin dan Mesin Diesel,” Toyota Auto2000. Diakses: 9 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/perbedaan-mesin-bensin-dan-mesin-diesel>
- [50] OTO, “Spesifikasi Mobil Toyota Camry 2.5V 2024,” OTO. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.oto.com/mobil-baru/toyota/camry/2-5-v>
- [51] “toyota-camry-963495.pdf.”
- [52] A. Nils, “No Title,” BMW AG. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.bmw.com/en/innovation/how-hydrogen-fuel-cell-cars-work.html>
- [53] L. Lucas, “Hydrogen Fuel Cell Cars: Everything You Need To Know,” BMW AG. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.bmw.com/en/innovation/how-hydrogen-fuel-cell-cars-work.html>
- [54] Truecar, “2024 Toyota Mirai,” Truecar. Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.truecar.com/overview/toyota/mirai/2024/>
- [55] E. Pranama, “Toyota Mirai Generasi Kedua Siap Meluncur, Bisa Melaju Lebih Jauh,” JawaPos.com. Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.jawapos.com/otomotif/01240961/toyota-mirai-generasi->

kedua-siap-meluncur-bisa-melaju-lebih-jauh

- [56] K. Palmer, J. E. Tate, Z. Wadud, dan J. Nellthorp, “Total cost of ownership and market share for hybrid and electric vehicles in the UK, US and Japan,” *Appl. Energy*, vol. 209, no. October 2017, hal. 108–119, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.10.089.
- [57] OTO, “Harga Toyota Camry 2.V 2024,” OTO. Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.oto.com/mobil-baru/toyota/camry/2-5-v>
- [58] Truecar, “2024 Toyota Mirai,” Truecar. Diakses: 10 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.truecar.com/overview/toyota/mirai/2024/>
- [59] “Kurs.” Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://g.co/kgs/MKNCd4X>
- [60] Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Keuangan Nomor 48 Tahun 2023,” *Republik Indones.*, hal. 7–7, 2023.
- [61] Redaksi, “Pajak Toyota Camry Terlengkap : Tahunan, Progresif, Balik Nama, Ganti Plat,” Okezone Otomotif. Diakses: 20 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://otomotif.okezone.com/read/2023/09/18/52/2885021/pajak-toyota-camry-terlengkap-tahunan-progresif-balik-nama-ganti-plat?page=all>
- [62] My Pertamina, “Harga BBM Pertamina,” PT. Pertamina Patra Niaga. Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://mypertamina.id/fuels-harga>
- [63] R. Syofiadi, “Pertama di Indonesia, PLN Operasikan Stasiun Pengisian Hidrogen untuk Kendaraan,” Press Release No. 058.PR/STH.00.01/II/2024. Diakses: 10 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2024/02/pertama-di-indonesia-pln-operasikan-stasiun-pengisian-hidrogen-untuk-kendaraan/>
- [64] Portal Informasi Indonesia, “17 Titik Sumber Hidrogen Di Indonesia Dan Prospknya,” Indonesia.go.id. Diakses: 2 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8013/17-titik-sumber->

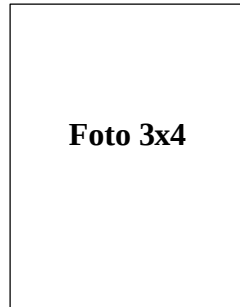
hidrogen-di-indonesia-dan-prospeknya?lang=1#:~:text=Hal itu berbeda dengan pembakaran,lebih tinggi dari baterai listrik.

- [65] U. Dirgantara dan M. Suryadarma, “PENERAPAN METODE PENYUSUTAN ASET TETAP (Studi kasus pada PT CHANDRA SAKTI UTAMA LEASING JAKARTA),” *J. Bisnis Akunt. Unsurya*, vol. 5, no. 2, hal. 111–121, 2020, doi: 10.35968/jbau.v5i2.434.
- [66] Peraturan Menteri Keuangan Nomor 8 Tahun, “Pajak Pertambahan Nilai atas Penyerahan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Roda Empat Tertent dan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Bus Tertentu yang Ditanggung Pemerintah Tahun Anggaran 2024,” 2024.



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Pribadi



Nama Lengkap : Tegar Alif Putra
 Tempat, Tanggal Lahir : Sukabumi, 30 Agustus 2001
 NIM : 20200120064
 Program Studi : Teknik Elektro
 Alamat Email : tegar.putra_te20@nusaputra.ac.id
 No HP : 0812 8856 6278
 Alamat : Jl. KH Damanhuri Paledang, Rt 10/03
 Desa Cimahi, Kecamatan Cicantayan

B. Pengalaman Organisasi

No	Nama Organisasi	Jabatan	Tahun
1	Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Nusa Putra	Anggota Departemen Sosial	2020/2021
2	Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Nusa Putra	Ketua Departemen Informasi dan Komunikasi	2021/2022
3	Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Nusa Putra	Ketua Komisi II	2022/2023
4	Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Universitas Nusa Putra	Ketua Komisi Legislasi Majelis Perwakilan Anggota	2023/2024
5	Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Nusa Putra	Ketua Bidang Informasi dan Komunikasi	2021/2022
6	Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Komisariat Al-Ghazali Nusa Putra	Wakil Bendahara Umum	2023/2024
7	Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) Cabang Sukabumi	Ketua Bidang Informasi dan Komunikasi	2024/2025
8	Panitia Pemungutan Suara (PPS) Desa Cimahi Kecamatan Cicantayan – KPU Kabupaten Sukabumi	Divisi Teknis Penyelenggara, Sosialisasi dan Partisipasi Masyarakat	2022/2024
9	Panitia Pengawas Pemilihan Kecamatan Cicantayan – Bawaslu Kabupaten Sukabumi	Staf Penanganan Pelanggaran dan Penyelesaian Sengketa (P3S)	2024/2025

C. Pelatihan yang Pernah Diikuti

No	Pelatihan/Sertifikasi	Penyelenggara	Tahun
1	Artificial Intelligence	Information Technology Specialist Certification	2023
2	Python	Information Technology Specialist Certification	2023
3	Cloud Computing	Information Technology Specialist Certification	2023
4	English Score	British Council	2024

D. Pengalaman Seminar/Conference

No	Seminar/Conference	Peran	Tahun
1	ICCED	Audience	2023
2	ICONEXION	Audience	2023
3	ICONTENTION	Audience	2023
4	STIMER	Audience	2023
5	INTERNATIONAL WORKSHOP ELECTRICAL ENGINEERING	Audience	2024

E. Publikasi Ilmiah

No	Judul Paper	Publisher	Tahun
1	Peluang PLTS di Sukabumi Sebagai Pengabdian Masyarakat Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi di Masa Pandemi Covid-19.	Abdi Nusa	2022
2	Sistem Pendeteksi Kehadiran Berbasis Suhu dan <i>ID Card</i> Menggunakan Sensor.	Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra	2023