



Rekayasa Pengembangan Knowledge Base dalam Mengkonversi Mobil Konvensional menjadi Mobil Listrik

Cokorda Prapti Mahandari^{1*}, Farul Apriansa², Latifah Ria Maulana^{3*}, Ali Akbar Abdullah⁴, Vania Rizqy Nurussyifa⁵, Nugroho Eko S.B⁶ 

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Gunadarma, Kota Depok, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received July 28, 2024

Accepted October 13, 2024

Available online October 25, 2024

Kata Kunci:

Forward Chaining, Knowledge Base Konversi, Mobil Listrik, Website.

Keywords:

Conversion, Electric Cars, Forward Chaining, Knowledge Base, Website.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Peralihan dari mobil konvensional berbahan bakar fosil ke mobil listrik merupakan salah satu langkah penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan mencapai target keberlanjutan global. Namun, biaya tinggi untuk membeli mobil listrik baru menjadi kendala utama bagi banyak individu dan organisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem *knowledge base* berbasis *forward chaining* yang dapat mendukung proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Sistem ini dirancang dalam bentuk platform web untuk memudahkan pengguna dalam mengakses panduan konversi, sekaligus mendukung inisiatif global mencapai emisi nol bersih. Menggunakan pendekatan berbasis aturan (*rule-based*), sistem ini menyediakan rekomendasi mengenai komponen yang perlu diganti berdasarkan spesifikasi mobil pengguna, seperti bobot, kapasitas mesin, dan jenis transmisi. Metode pengembangan melibatkan tacit knowledge dari pakar di bidang konversi kendaraan dan memanfaatkan teknologi HTML, CSS, JavaScript, PHP, dan MySQL untuk antarmuka dan basis data. Pengujian sistem dilakukan menggunakan black box testing yang menunjukkan keberhasilan sistem dalam menyediakan hasil yang akurat. Hasil penelitian diharapkan dapat mempercepat adopsi kendaraan listrik dan memberikan kontribusi terhadap pengurangan emisi karbon global. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan *knowledge base* untuk mendukung proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik merupakan langkah strategis untuk mempercepat adopsi teknologi kendaraan listrik. Implikasi dari penelitian ini mencakup kontribusi praktis dan strategis dalam mendukung transisi menuju transportasi berkelanjutan. Dengan adanya *knowledge base* yang dikembangkan, teknisi dan pemilik kendaraan memiliki akses yang lebih mudah terhadap informasi teknis dan prosedur konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik.

ABSTRACT

Transitioning from conventional fossil fuel-powered cars to electric cars is important in reducing greenhouse gas emissions and achieving global sustainability targets. However, the high cost of purchasing a new electric car is a significant obstacle for many individuals and organizations. This study aims to develop a forward chaining-based knowledge base system that can support converting conventional cars to electric cars. This system is designed as a web platform to make it easier for users to access conversion guides while supporting the global initiative to achieve net zero emissions. Using a rule-based approach, this system recommends components that must be replaced based on the user's car specifications, such as weight, engine capacity, and transmission type. The development method involves tacit knowledge from experts in vehicle conversion and utilizes HTML, CSS, JavaScript, PHP, and MySQL technologies for the interface and database. System testing was carried out using black box testing, which showed the system's success in providing accurate results. The study results are expected to accelerate the adoption of electric vehicles and contribute to reducing global carbon emissions. The conclusion of this study shows that developing a knowledge base to support the process of converting conventional cars to electric cars is a strategic step to accelerate the adoption of electric vehicle technology. The implications of this study include practical and strategic contributions in supporting the transition to sustainable transportation. With the developed knowledge base, technicians and vehicle owners have easier access to technical information and procedures for converting conventional cars to electric cars.

1. PENDAHULUAN

Transformasi kendaraan konvensional berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik (EV) telah menjadi salah satu fokus utama dalam upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan menghadapi perubahan iklim. Konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik dianggap sebagai solusi inovatif yang menjanjikan pengurangan polusi udara, efisiensi energi yang lebih baik, serta penghematan biaya

*Corresponding author.

E-mail addresses: cokordaprapti90@gmail.com (Cokorda Prapti Mahandari)

operasional jangka panjang. Di tengah optimisme tersebut, masyarakat memiliki harapan besar bahwa teknologi konversi ini akan mudah diakses, terjangkau, serta mampu memberikan performa yang setara dengan kendaraan konvensional. Namun, dalam implementasinya banyak tantangan yang muncul terkait dengan biaya tinggi, ketersediaan teknologi dan komponen, peraturan yang belum matang, hingga performa kendaraan hasil konversi sering kali tidak optimal, terutama terkait daya tahan baterai dan jarak tempuh. Dengan berbagai tantangan yang ada, diperlukan upaya kolaboratif dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, industri otomotif, dan sektor teknologi untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut. Solusi berupa subsidi atau insentif untuk menurunkan biaya konversi, pengembangan infrastruktur pengisian daya yang lebih baik, serta regulasi yang mendukung proses konversi secara aman dan efisien.

Perkembangan teknologi di bidang otomotif telah mengalami peningkatan besar dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu inovasi adalah peralihan dari mobil konvensional berbahan bakar fosil ke mobil listrik. Mobil listrik telah menjadi topik yang semakin relevan sebagai inisiatif global untuk mencapai emisi nol bersih dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Inisiatif ini tidak hanya didorong oleh kebutuhan untuk mengurangi ketergantungan pada *non renewable energy* tetapi juga oleh kesadaran akan pentingnya mengurangi potensi dampak lingkungan terutama menurunkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim global (Prastyono & Sandrina, 2024; Van Asselt et al., 2024; Zameer et al., 2021). Hal ini termasuk adanya Perjanjian Paris (*Paris Agreement's*) yang memiliki tujuan untuk menjaga pemanasan dibawah 2 °C dan idealnya 1.5 °C maka diperlukan pembatasan dalam produksi bahan bakar fosil. *World Health Organization* (WHO) telah mengidentifikasi *particulate matter* (PM) sebagai salah satu polutan paling signifikan yang mempengaruhi kesehatan manusia, sejajar dengan ozon (O₃), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO_x) (Gani & Sinaga, 2023; Santunione et al., 2021; Usman et al., 2022). PM adalah campuran kompleks partikel padat dan cair meliputi debu, asap, berbagai jenis benda cair maupun padat lainnya, serta bio partikel yang tetap tersuspensi di udara karena ukurannya yang mikroskopis. Indonesia menempati peringkat ke-14 sebagai negara dengan tingkat polusi udara tertinggi di dunia. Hal ini diungkapkan oleh IQAir pada laporan tentang kualitas udara dunia tahun 2023, dengan konsentrasi PM 2,5 mencapai 37,1 µg/m³. Konsentrasi rata-rata PM 2,5 di Indonesia pada tahun 2023 tercatat 7,4 kali lebih tinggi dari pedoman tahunan kualitas udara yang ditetapkan oleh WHO. IQAir juga menyatakan bahwa emisi dari sektor transportasi menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan buruknya kualitas udara, terutama di Jakarta.

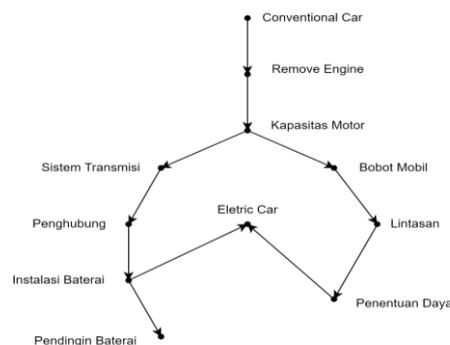
Studi terbaru menunjukkan bahwa kebijakan yang tepat dapat mendorong percepatan konversi kendaraan berbasis listrik, yang pada akhirnya akan mendukung tercapainya target pengurangan emisi nasional. Kendaraan listrik juga memiliki kinerja dan efisiensi kendaraan yang lebih baik karena torsi yang dimiliki lebih tinggi dan akselerasi yang lebih cepat dibandingkan dengan kendaraan konvensional (Aziz et al., 2020; Fariz Ramadhan et al., 2024). Pengembangan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang komprehensif sangat penting untuk memastikan bahwa proses konversi mobil konvensional ke mobil listrik dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Penggunaan sistem manajemen berbasis pengetahuan dalam proyek konversi kendaraan mampu mempercepat proses desain dan pengujian serta mengurangi biaya keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan suatu basis pengetahuan (*knowledge base*) yang komprehensif dan mudah diakses untuk mendukung proses konversi ini.

Algoritma *forward chaining* merupakan metode yang dapat diterapkan dalam *knowledge base* konversi mobil konvensional ke mobil listrik. Metode ini memberikan pendekatan sistematis yang dapat menentukan solusi atau diagnosis berdasarkan fakta-fakta yang ada. *Forward chaining* dapat diterapkan untuk mengidentifikasi komponen-komponen yang perlu diubah atau ditambahkan pada mobil konvensional untuk mengubahnya menjadi mobil listrik. Selain itu, *forward chaining* digunakan dalam tahap implementasi untuk memastikan bahwa semua komponen terpasang dengan benar dan mobil dapat beroperasi secara efisien sebagai mobil listrik (Huang et al., 2021; Yudha et al., 2023). *Forward chaining* merupakan suatu penalaran berupa fakta-fakta terkait untuk mencapai kesimpulan dari fakta tersebut. Proses pencarian dilakukan dengan menerapkan aturan yang premisnya sesuai dengan fakta yang diketahui untuk menemukan fakta baru dan terus berlanjut hingga tujuan tercapai atau tidak ada lagi aturan yang premisnya sesuai dengan fakta yang diketahui atau diperoleh (Fitri Naryanto et al., 2022; Kurniawan & Christanto, 2023). Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan sistematis dalam pengembangan *knowledge base* yang dirancang khusus untuk mendukung proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang cenderung berfokus pada aspek teknis individual, seperti motor listrik atau baterai, penelitian ini mengintegrasikan berbagai elemen teknis, standar keselamatan, regulasi, dan panduan praktis ke dalam satu platform yang komprehensif dan mudah diakses. Pendekatan ini menawarkan solusi yang belum banyak dieksplorasi untuk mengatasi tantangan penyebaran informasi yang tersebar dan kurang terstruktur dalam proses konversi. Selain itu, penelitian ini membuka peluang baru dengan mempertimbangkan penggunaan

teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan, untuk memberikan rekomendasi adaptif berdasarkan kebutuhan spesifik pengguna. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi pelaku konversi, tetapi juga menciptakan model pengelolaan pengetahuan yang dapat direplikasi dalam konteks pengembangan teknologi lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan mengimplementasikan *knowledge base* yang komprehensif untuk mendukung proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta panduan yang sistematis dan praktis bagi para teknisi dan insinyur dalam melakukan konversi, sehingga dapat mempercepat adopsi teknologi kendaraan listrik dan berkontribusi pada upaya global dalam mengurangi dampak negatif lingkungan. Penelitian ini akan mengkaji berbagai sumber literatur yang relevan serta melakukan pendekatan *tacit knowledge* dari pakar praktisi pengkonversian mobil listrik untuk mengidentifikasi dan mengintegrasikan pengetahuan yang diperlukan dalam *knowledge base*. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam penggunaan energi listrik pada kendaraan konvensional dan mendukung program *Net Zero Emission* (NZE) di berbagai negara.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Rule Based* dengan metode *forward chaining*, untuk mendapatkan *output* akhir setelah melakukan konsultasi dengan pakar di bidangnya. *Knowledge based* berisi tentang pengetahuan-pengetahuan untuk menyelesaikan masalah. *Knowledge based* membahas mengenai aturan yang berkaitan dengan pengetahuan tersebut. Proses pengetahuan ini dipresentasikan menjadi sekumpulan pengetahuan dan sekumpulan aturan yang dikodekan, dikumpulkan, dan disusun dengan sistematis (Alfianty et al., 2024; Uta et al., 2024). Metode pengumpulan data untuk keperluan penelitian ini menggunakan pendekatan *Tacit Knowledge*. *Tacit Knowledge* mengacu pada kemampuan, ide, dan pengalaman yang dimiliki seseorang. Dalam proses inovasi, *tacit knowledge* memegang peranan penting karena sering kali penemuan harus melalui tahap adaptasi, modifikasi, penyesuaian, dan pengembangan sebelum dapat dimanfaatkan secara komersial (Benfell, 2021; Maurseth & Svensson, 2020). Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder sebagai sumber informasi. Data primer diperoleh melalui kajian dialogis dengan karyawan di salah satu perusahaan yang berfokus pada konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik (EVe Indonesia). Kajian ini menghasilkan informasi mengenai berbagai faktor dan komponen yang mempengaruhi proses konversi tersebut. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari berbagai jurnal ilmiah yang relevan dengan topik penelitian ini. Data sekunder ini berfungsi sebagai referensi tambahan yang memberikan wawasan lebih mendalam dan kontekstual terhadap masalah yang sedang diteliti. Setelah melakukan pengumpulan data, dapat dibuat jaringan semantik. Jaringan semantik tersebut berisi faktor-faktor yang memuat konsep untuk kegiatan konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik (Alfianty et al., 2024; Pfiffner, 2021). Jaringan semantic mengenai proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jaringan Semantik Proses Konversi Mobil Konvensional Menjadi Mobil Listrik

Jaringan semantik merupakan representasi dari pengetahuan yang memuat informasi tentang korelasi yang relevan antar konsep dalam bentuk *node* dan *edge* (Gani & Sinaga, 2023; Sarica & Luo, 2021). Jaringan semantik yang telah dibuat memuat informasi mengenai langkah-langkah yang dapat diketahui dalam proses mengkonversikan mobil konvensional menjadi mobil listrik. Informasi dan korelasi pada penelitian ini adalah kapasitas motor, sistem transmisi, bobot mobil, penghubung, lintasan, instalasi baterai, penentuan daya, dan pendingin baterai. Jika semua kondisi tersebut sudah terpenuhi maka dapat diperoleh mobil listrik yang layak sesuai dengan fungsi semula. Perancangan sistem

knowledge based dapat menggunakan fakta dan *rule* yang dipresentasi pada pola kondisi *IF* dan aksi *THEN* pada tabel pakar. Penyusunan *knowledge based* menggunakan sistem pakar dengan memanfaatkan metode *forward chaining*. Sistem pakar merupakan cara pengumpulan data yang bersumber dari pakar atau orang yang ahli dalam bidang tersebut (Garcia et al., 2021; Mauliza et al., 2022; Zaki et al., 2023). Sedangkan *forward chaining* merupakan pendekatan dengan mengumpulkan fakta-fakta yang ada hingga mendapat tujuan. Dalam penggunaannya, *forward chaining* terdapat *rule based* berupa *IF – THEN* untuk mencapai kesimpulan atau *output*. Dalam penerapan *Forward Chaining*, setiap aturan pada basis pengetahuan diperiksa dan fakta-fakta yang relevan dikumpulkan. Fakta-fakta ini kemudian digunakan untuk mengaktifkan aturan lain, hingga mencapai solusi akhir dari permasalahan yang dihadapi (Aziz et al., 2020; Syaripudin, 2022). Sistem berbasis pengetahuan ini menyajikan penentuan konversi mobil konvensional ke mobil listrik dengan metode *forward chaining* mencakup spesifikasi kendaraan konvensional yang diwujudkan dalam pembuatan *website*. Berbagai teknologi dan aplikasi digunakan untuk memastikan fungsionalitas dan keefektifan sistem. HTML, CSS, dan JavaScript digunakan sebagai dasar pengembangan *front-end*. HTML menyediakan struktur dasar halaman web, yang memungkinkan pembuatan elemen-elemen seperti *form*, tabel, dan navigasi. CSS bertanggung jawab untuk desain dan tata letak visual, memberikan tampilan yang menarik dan konsisten di seluruh halaman web. JavaScript menambahkan interaktivitas pada halaman web, memungkinkan fitur-fitur dinamis seperti validasi form, animasi, dan manipulasi DOM secara *real-time* (Krizea et al., 2022; Purba & Rahmat, n.d.). PHP digunakan untuk mengembangkan back-end *website*. PHP memungkinkan komunikasi antara *website* dan database MySQL, yang menyimpan semua data terkait proses konversi mobil konvensional. MySQL berfungsi sebagai basis data yang menyimpan informasi penting mengenai komponen mobil, aturan *IF-THEN*, dan hasil evaluasi konversi. Dengan menggunakan PHP, *website* dapat memproses input dari pengguna berupa spesifikasi kendaraan konvensional, mengakses data dari *database*, dan menampilkan hasil secara dinamis.

Framework Bootstrap digunakan untuk mempercepat proses pengembangan *front-end* dan memastikan tampilan responsif di berbagai perangkat. Penggunaan Bootstrap memungkinkan pengembang untuk mengimplementasikan desain yang konsisten dan adaptif dengan lebih mudah. Dengan berbagai komponen siap pakai seperti tombol, *form*, dan *grid system*, Bootstrap mempermudah pengembangan halaman web yang responsif dan *user-friendly*. Sublime Text digunakan sebagai editor kode utama dalam pengembangan *website* ini. Sublime Text menawarkan berbagai fitur yang membantu dalam penulisan, pengeditan, dan *debugging code*, sehingga memudahkan pengembang dalam bekerja dengan berbagai bahasa pemrograman yang digunakan (Abdusaidovich, n.d.; Kearney-Volpe & Hurst, 2021; Setiawan, 2022). Metode *forward chaining* diintegrasikan ke dalam sistem melalui PHP dan MySQL, di mana aturan *IF-THEN* disimpan dalam *database* dan dievaluasi secara dinamis berdasarkan input pengguna. *Website* ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data kendaraannya, seperti bobot kendaraan, kapasitas mesin, dan jenis transmisi, dan mendapatkan rekomendasi komponen yang perlu diubah untuk konversi ke mobil listrik. Proses ini memastikan bahwa setiap kendaraan yang dikonversi memenuhi standar dan spesifikasi yang diperlukan untuk berfungsi sebagai mobil listrik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Menentukan kode untuk kondisi dan kode untuk solusi yang berisi variabel untuk konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Kondisi-kondisi yang dimiliki oleh mobil konvensional sebelum di konversi menjadi mobil listrik disajikan pada Tabel 1. Spesifikasi mobil sebelum dikonversi berkorelasi dengan solusi yang akan diberikan. Kode solusi tersebut menjadi *output* atau solusi akhir jika ingin melakukan kegiatan konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Solusi tersebut sudah disesuaikan dengan data-data yang didapat dari bengkel konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Kode solusi disajikan pada Tabel 2. Setelah menentukan kode untuk kondisi dan kode untuk solusi, selanjutnya dapat dibuat aturan pengambilan keputusan untuk memudahkan pembuatan pohon keputusan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Kode Kondisi

NO	KODE	KONDISI
		KAPASITAS MESIN
	C001	1000 CC - 1400 CC
2	C002	1400 CC - 1800 CC

NO	KODE	KONDISI
3	C003	> 1800 CC
BERAT		
4	C004	Berat < 1,5 Ton
5	C005	Berat > 1.5 Ton
TRANSMISI		
6	C006	Transmisi Tuas
LINTASAN		
7	C007	City Car
8	C008	Luar Kota
JARAK		
9	C009	100 km
10	C010	> 100 km

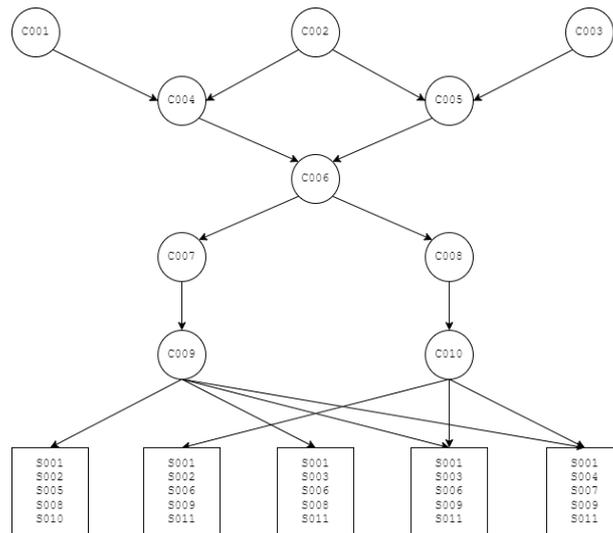
Tabel 2. Kode Solusi

NO	KODE	SOLUSI
PENGHUBUNG TRANSMISI		
1	S001	Menggunakan Adaptor
DAYA MOTOR		
2	S002	Daya Motor 30 KW
3	S003	Daya Motor 50 KW
4	S004	Daya Motor 90 KW
DAYA BATERAI		
5	S005	17,3 kwh
6	S006	31,9 kwh
7	S007	50,6 kwh
DAYA CHARGE		
8	S008	2 kw (8,5 hour)
9	S009	6,6 kw (4 hour)
PENDINGIN BATERAI		
10	S010	Tidak Menggunakan Pendingin
11	S011	Menggunakan Pendingin

Tabel 3. Aturan Pengambilan Keputusan

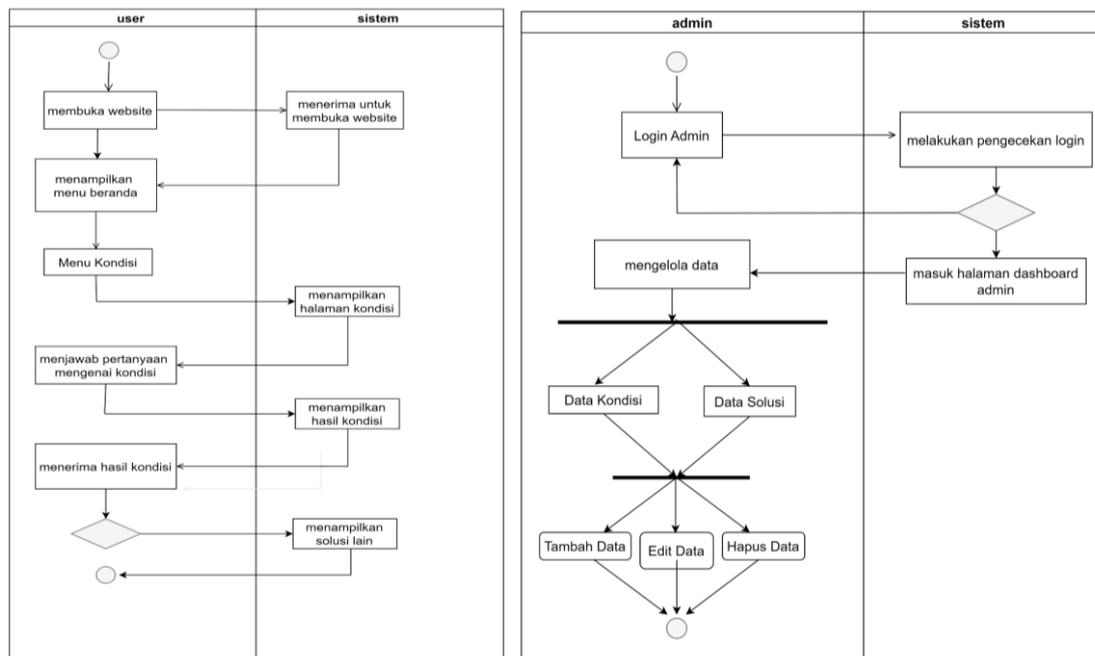
Aturan	Pengambilan Keputusan
H1	IF C001 AND C004 AND C006 AND C007 AND C009 THEN S001, S002, S005, S008, S010
H2	IF C001 AND C004 AND C006 AND C008 AND C010 THEN S001, S002, S006, S009, S011
H3	IF C002 AND C004 AND C006 AND C007 AND C009 THEN S001, S003, S006, S008, S011
H4	IF C002 AND C004 AND C006 AND C008 AND C010 THEN S001, S003, S006, S009, S011
H5	IF C002 AND C005 AND C006 AND C007 AND C009 THEN S001, S003, S006, S008, S011
H6	IF C002 AND C005 AND C006 AND C008 AND C010 THEN S001, S003, S006, S009, S011
H7	IF C003 AND C005 AND C006 AND C007 AND C009 THEN S001, S004, S007, S009, S011
H8	IF C003 AND C005 AND C006 AND C008 AND C010 THEN S001, S004, S007, S009, S011

Setelah pembuatan aturan pengambilan keputusan, dapat dibuat pohon keputusan. Pohon keputusan merupakan salah satu teknik klasifikasi data untuk mencapai kesimpulan berdasarkan kondisi-kondisi, dengan membuat model prediktif yang memanfaatkan struktur hierarkis yang berbentuk pohon untuk pengambilan keputusan. Fungsi DT adalah untuk memvisualisasikan aturan pengambilan yang telah dibuat. Pembuatan pohon keputusan untuk mencapai 8 hasil aturan yang telah dibuat adalah sebanyak 1 pohon keputusan. Untuk pohon keputusan disajikan pada Gambar 2.



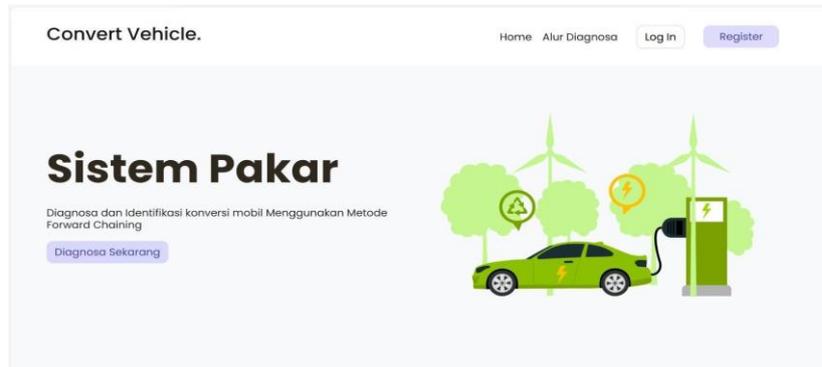
Gambar 2. Pohon Keputusan

Selanjutnya menganalisis data hasil dari diagnosa, yaitu berupa gambaran umum sistem untuk mengetahui kebutuhan pengguna melalui bagan atau diagram *interface user* dapat dilihat pada Gambar 3(a), Diagram tersebut menggambarkan tampilan yang dapat dilihat oleh pengguna ketika membuka *website* yang telah dirancang. Gambar 3(b) merupakan Diagram *Interface Admin*, diagram ini menampilkan *point of view admin*, merupakan tampilan yang hanya dapat dilihat oleh admin. Admin dapat menambahkan, mengedit, menghapus data serta dapat mengetahui siapa saja yang mengakses web tersebut.

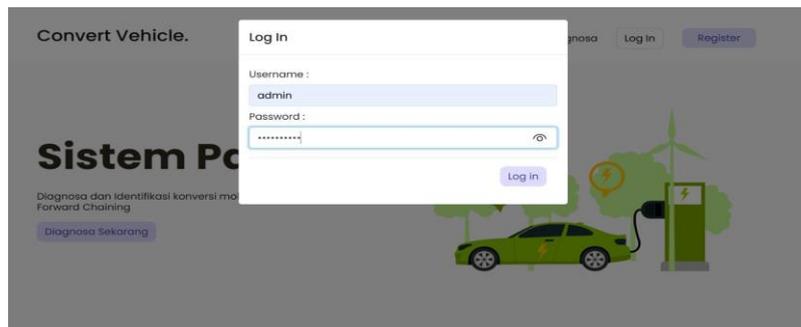


Gambar 3. Diagram Interface (a) User, (b) Admin

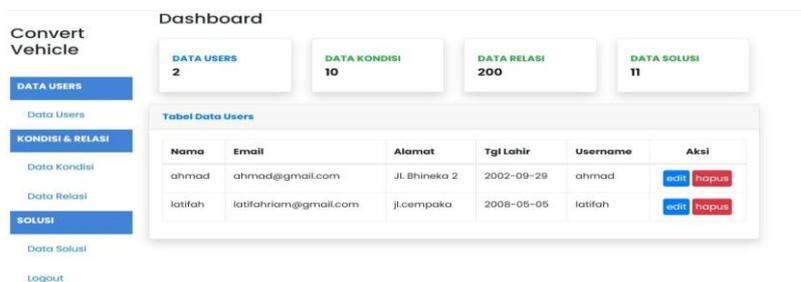
Website ini berisi data-data kondisi maupun solusi yang telah dikumpulkan dalam proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Fungsi dari *website* tersebut agar memudahkan *user* ketika melakukan proses konversi mobil konvensional untuk menjadi mobil listrik sesuai keinginan *user*. Berikut merupakan *interface* awal *website* pada Gambar 4. Proses selanjutnya adalah *login*, jika sebagai admin dapat login secara langsung tanpa perlu register. Sedangkan jika ingin login sebagai *user* harus melakukan proses register terlebih dahulu. Admin memiliki fungsi untuk mengelola *website* dan memuat informasi data *user*, data kondisi, dan data solusi. Untuk *interface* login sebagai admin terdapat pada Gambar 5. Sedangkan untuk *interface* sebagai admin dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Interface Awal Website



Gambar 5. Interface Login Sebagai Admin

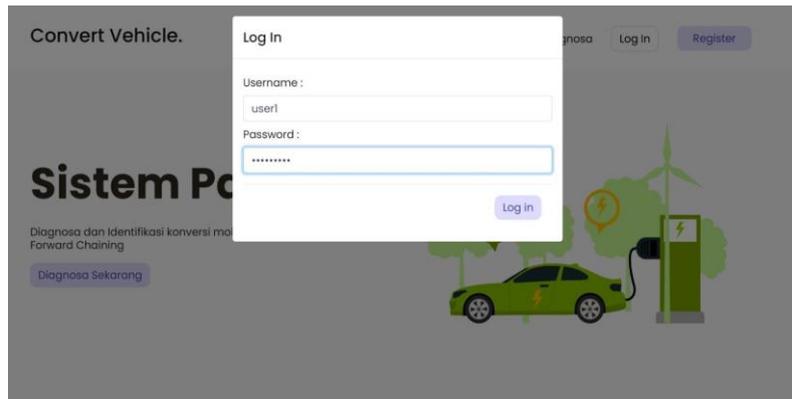


Gambar 6. Interface Sebagai Admin

Pada *website* ini memiliki data *input* sebanyak 10 data kondisi dan 11 data solusi. Admin memiliki data-data *user* berupa nama, email, alamat, tanggal lahir, dan *username*. Selanjutnya proses registrasi jika sebagai *user*. Untuk *interface* registrasi *user* disajikan pada Gambar 7. Sedangkan untuk *interface* login sebagai *user* disajikan pada Gambar 8. Gambar 7 menampilkan registrasi yang berisi data-data *user* yang ingin melakukan kegiatan konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik.



Gambar 7. Interface Halaman Registrasi



Gambar 8. Interface Login Sebagai User

Setelah login, maka user dapat mengakses website untuk mendapatkan rekomendasi konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. User harus memilih kondisi-kondisi yang terdapat dalam tampilan website. Total pertanyaan berjumlah 5 pertanyaan untuk mencapai solusi yang diinginkan. Untuk pertanyaan disajikan pada Gambar 9. Sedangkan untuk solusi atau rekomendasi seperti ditampilkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Pertanyaan Kapasitas Mobil User



Gambar 10. Interface Halaman Rekomendasi Untuk User

Selanjutnya hasil pengujian website dengan *black box testing* yang menitikberatkan pada aspek fungsionalitas perangkat lunak tersebut. Bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan dalam fungsi, antarmuka pengguna, struktur data, performansi, serta proses inialisasi dan terminasi perangkat lunak. Hasil pengujian atau hasil validasi terhadap rancangan rincian skenario pengujian. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dihasilkan bahwa status test adalah berhasil karena hasil pengujian sesuai dengan hasil yang diharapkan disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Uji Untuk Admin

Rincian Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil nyata pengujian	Status
Halaman Home	Membuka tampilan halaman home	Menampilkan halaman home	Berhasil

Rincian Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil nyata pengujian	Status
Halaman Login Admin	Membuka tampilan login berupa input username dan password	Menampilkan halaman login	Berhasil
Halaman Dashboard	Membuka tampilan dashboard berupa semua data yang hanya dapat diakses admin	Menampilkan halaman dashboard	Berhasil
Halaman Data User	Membuka tampilan data user berupa data diri user	Menampilkan halaman data user	Berhasil
Halaman Data Kondisi	Membuka tampilan data kondisi berupa 10 data base yang dapat diedit/hapus oleh admin	Menampilkan halaman data kondisi yang dapat diedit/hapus	Berhasil
Halaman Data Relasi	Membuka tampilan data relasi berupa relasi kondisi dan solusi yang dapat diedit/hapus oleh admin	Menampilkan halaman data relasi yang dapat diedit/hapus	Berhasil
Halaman Data Solusi	Membuka tampilan data solusi yang dapat diedit/hapus oleh admin	Menampilkan halaman data solusi yang dapat diedit/hapus	Berhasil

Tabel 5. Hasil Uji untuk User

Rincian Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil nyata pengujian	Status
Halaman Home	Membuka tampilan halaman home	Menampilkan halaman home	Berhasil
Halaman Registrasi User	Membuka tampilan registrasi berupa input nama user, email, password, alamat, dan tanggal lahir	Menampilkan halaman registrasi user	Berhasil
Halaman Login User	Membuka tampilan login berupa input username dan password	Menampilkan halaman login user	Berhasil
Halaman Input 1	Membuka tampilan pilihan pilihan kapasitas mesin mobil yang dapat dipilih oleh user (1000 CC - 1400 CC atau 1400 CC - 1800 CC, atau >1800 CC)	Menampilkan halaman pilihan kapasitas mesin mobil	Berhasil
Halaman Input 2	Membuka tampilan pilihan bobot mobil user (<1,5 ton atau >1,5 ton)	Menampilkan halaman pilihan bobot mobil	Berhasil
Halaman Input 3	Membuka tampilan jenis transmisi yang digunakan (transmisi tuas)	Menampilkan halaman jenis transmisi	Berhasil
Halaman Input 4	Membuka tampilan pilihan keperluan mobil (City Car atau Luar Kota)	Menampilkan halaman pilihan keperluan mobil	Berhasil
Halaman Input 5	Membuka tampilan pilihan jarak tempuh (100 km atau >100 km)	Menampilkan halaman pilihan jarak tempuh	Berhasil
Halaman Solusi	Membuka tampilan rekomendasi solusi dari input yang sudah dipilih user	Menampilkan halaman solusi untuk user	Berhasil

Pembahasan

Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem berbasis pengetahuan (*knowledge base*) dengan memanfaatkan metode forward chaining untuk mendukung proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Sistem ini dirancang untuk mengelola spesifikasi teknis kendaraan dan memberikan rekomendasi mengenai komponen yang perlu diubah guna memungkinkan kendaraan beroperasi dengan tenaga listrik. Sistem ini diimplementasikan melalui sebuah platform berbasis web yang memudahkan pengguna dalam mengakses informasi terkait prosedur konversi, sekaligus mendukung akselerasi adopsi kendaraan listrik yang sejalan dengan inisiatif global untuk mencapai target emisi nol bersih (Abdul Qadir et al., 2024; Faisal et al., 2023; Ningrum et al., 2019; Nugraha & Somya, 2022). Penggunaan kendaraan listrik menjadi salah satu upaya signifikan dalam menurunkan emisi karbon dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, sehingga berkontribusi pada pencapaian mobilitas berkelanjutan (Garcia et al., 2021; Krizea et al., 2022; Sudjoko, 2021).

Penelitian ini memiliki dampak yang cukup signifikan, baik dari segi teknis maupun dari perspektif lingkungan. Dari segi teknis, sistem ini memudahkan pengguna, terutama yang tidak memiliki pengetahuan mendalam mengenai spesifikasi mobil listrik, untuk melakukan proses konversi kendaraan secara efektif dan efisien. Sementara dari segi lingkungan, percepatan adopsi kendaraan listrik melalui konversi ini diharapkan mampu menurunkan emisi gas rumah kaca secara signifikan. Kendaraan listrik menggunakan energi listrik yang jauh lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil, sehingga mendukung inisiatif global dalam pengurangan jejak karbon dan pencapaian target emisi nol bersih (Alanazi, 2023; Faisal et al., 2023; Ningrum et al., 2019; Nugraha & Somya, 2022; Zola et al., 2023). Keuntungan lingkungan ini menjadi semakin relevan di tengah peningkatan kesadaran akan perubahan iklim dan urgensi untuk mengadopsi teknologi hijau. Implikasi dari penelitian ini mencakup kontribusi praktis dan strategis dalam mendukung transisi menuju transportasi berkelanjutan. Dengan adanya *knowledge base* yang dikembangkan, teknisi dan pemilik kendaraan memiliki akses yang lebih mudah terhadap informasi teknis dan prosedur konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi proses konversi, mengurangi risiko kesalahan teknis, dan memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan yang berlaku. Secara lebih luas, implikasi ini juga mendukung pengurangan biaya konversi, sehingga mendorong adopsi kendaraan listrik di masyarakat dengan skala yang lebih besar. Selain itu, penelitian ini memberikan dasar bagi pengembangan platform digital yang dapat diintegrasikan dengan teknologi terkini, seperti kecerdasan buatan atau sistem berbasis cloud, untuk memperkaya fitur dan fungsionalitas *knowledge base*. Dalam jangka panjang, hasil penelitian ini berkontribusi pada percepatan transformasi sektor transportasi menuju sistem yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Situs web ini berfungsi sebagai fasilitas bagi pengguna untuk proses konversi mobil konvensional menjadi mobil listrik yang dapat berfungsi dengan optimal sesuai kebutuhan. Pengguna memasukkan spesifikasi mobil konvensional, seperti bobot kendaraan, kapasitas mesin, serta jenis transmisi, guna memperoleh rekomendasi komponen yang perlu diganti dalam proses konversi kendaraan menjadi mobil listrik. Langkah-langkah ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap kendaraan yang telah dikonversi dapat memenuhi standar dan spesifikasi teknis yang dibutuhkan agar dapat berfungsi dengan optimal sebagai mobil listrik, sesuai dengan yang berlaku dan prinsip-prinsip performa kendaraan yang efisien. Dalam proses pembuatan situs web, diterapkan metode *forward chaining*. Metode ini dirancang berdasarkan spesifikasi mobil konvensional sesuai dengan jenis kendaraan yang umum di pasaran. Hal ini bertujuan agar situs web yang telah dibuat dapat bermanfaat untuk semua kalangan pengguna mobil konvensional, terutama yang memiliki keinginan untuk mengkonversi menjadi mobil listrik. Melalui metode *forward chaining*, sistem berbasis pengetahuan dapat melakukan analisis teknis yang sistematis dan memberikan rekomendasi konversi yang tepat, mulai dari memilih komponen yang sesuai hingga memastikan performa dan keamanan mobil listrik setelah konversi (Gani & Sinaga, 2023; Garcia et al., 2021). Akan tetapi, penelitian ini masih terbatas untuk konversi mobil konvensional jenis lama. Untuk mobil konvensional jenis baru dibutuhkan penanganan yang lebih kompleks dalam proses konversi menjadi mobil listrik. Seperti memerlukan komponen tambahan dalam aplikasi konversi mobil konvensional jenis baru. Dengan demikian, dibutuhkan adaptasi pada metode *forward chaining* untuk penyesuaian jenis kendaraan serta komponen tambahan yang mungkin digunakan. Berdasarkan keterbatasan yang diidentifikasi mencakup perlunya pengembangan sistem yang mampu mengakomodasi jenis kendaraan dan teknologi transmisi yang lebih kompleks, serta peningkatan efisiensi algoritma dalam menangani variasi data kendaraan. Selain itu, diperlukan pula penyempurnaan basis data untuk memperluas jangkauan jenis kendaraan yang dapat dikonversi.

4. SIMPULAN

Pengembangan *knowledge base* berbasis *forward chaining* menjadi solusi efektif untuk mendukung konversi kendaraan konvensional menjadi kendaraan listrik. Metode ini memberikan panduan sistematis yang dapat memfasilitasi teknisi dan pengguna dalam mengidentifikasi komponen yang harus diubah untuk menjadi mobil listrik. *Website* yang disajikan menawarkan antarmuka pengguna yang mudah dipahami langkah-langkah dan penyesuaian solusi dengan kebutuhan spesifik pengguna dengan intuitif untuk mempermudah akses informasi oleh pengguna awam. Implementasi sistem berbasis *knowledge base* ini dapat membantu menarik minat dan kesadaran pengguna mobil konvensional akan pentingnya mengkonversi menjadi mobil listrik.

5. DAFTAR PUSTAKA

Abdul Qadir, S., Ahmad, F., Mohsin A B Al-Wahedi, A., Iqbal, A., & Ali, A. (2024). Navigating The Complex Realities Of Electric Vehicle Adoption: A Comprehensive Study Of Government Strategies, Policies,

- And Incentives. Energy Strategy Reviews, 53(April), 101379. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101379>.
- Abdusaidovich, K. M. (N.D.). Create A Great Project Using Sublime Text Software.
- Alanazi, F. (2023). Electric Vehicles: Benefits Challenges And Potential Solutions. Journal Of Applied Scienc, 13, 1–23.
- Alfianty, N., Maulita, Y., & Saripurna, D. (2024). Application Of Fuzzy Sugeno Method For Nutrition Management In Patients With Diabetes Mellitus Based On Website. 3(8), 9.
- Aziz, M., Marcellino, Y., Rizki, I. A., Ikhwanuddin, S. A., & Simatupang, J. W. (2020). Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik. Tesla: Jurnal Teknik Elektro, 22(1), 45. <https://doi.org/10.24912/Tesla.V22i1.7898>.
- Benfell, A. (2021). Modeling Functional Requirements Using Tacit Knowledge: A Design Science Research Methodology Informed Approach. Requirements Engineering, 26(1), 25–42. <https://doi.org/10.1007/S00766-020-00330-4>.
- Faisal, M., Muda, M. A., Septiana, T., & Komarudin, M. (2023). Perancangan Ui/Ux Menggunakan Metode User Centered Design Berbasis Web Pada Perhitungan Luasan Kumuh Balai Prasarana Permukiman Wilayah Lampung. Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, 11(2). <https://doi.org/10.23960/Jitet.V11i2.2921>.
- Fariz Ramadhan, S., Sa'dan Dardiri, M., Agusta Arifin, R., & Mardikawati, B. (2024). Ramah Lingkungan Sebagai Alasan Tertinggi Masyarakat Berminat Pada Kendaraan Konversi Hasil Kuesioner. Berkala Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi, 2(1), 22–29. <https://doi.org/10.19184/Berkalafstpt.V2i1.913>.
- Fitri Naryanto, R., Delimayanti, M. K., Kriswanto, K., Musyono, A. D. N. I., Sukoco, I., & Aditya, M. N. (2022). Development Of A Mobile Expert System For The Diagnosis On Motorcycle Damage Using Forward Chaining Algorithm. Indonesian Journal Of Electrical Engineering And Computer Science, 27(3), 1601. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.V27.I3.Pp1601-1609>.
- Gani, Y., & Sinaga, S. P. (2023). Air Pollution Dynamics: Insights Into Current Condition Of Policy Framework And Future Strategy. Journal Of Governance, 8(3), 9. <https://doi.org/10.31506/Jog.V8i3.15681>.
- Garcia, M. B., Mangaba, J. B., & Tanchoco, C. C. (2021). Virtual Dietitian: A Nutrition Knowledge-Based System Using Forward Chaining Algorithm. 2021 International Conference On Innovation And Intelligence For Informatics, Computing, And Technologies (3ict), 309–314. <https://doi.org/10.1109/3ict53449.2021.9581887>.
- Huang, X., Lin, Y., Lim, M. K., Tseng, M.-L., & Zhou, F. (2021). The Influence Of Knowledge Management On Adoption Intention Of Electric Vehicles: Perspective On Technological Knowledge. Industrial Management & Data Systems, 121(7), 1481–1495. <https://doi.org/10.1108/Imds-07-2020-0411>.
- Kearney-Volpe, C., & Hurst, A. (2021). Accessible Web Development: Opportunities To Improve The Education And Practice Of Web Development With A Screen Reader. Acm Transactions On Accessible Computing, 14(2), 1–32. <https://doi.org/10.1145/3458024>.
- Krizea, M., Gialelis, J., Protosaltis, G., Mountzouris, C., & Theodorou, G. (2022). Empowering People With A User-Friendly Wearable Platform For Unobtrusive Monitoring Of Vital Physiological Parameters. Sensors, 22(14), 5226. <https://doi.org/10.3390/S22145226>.
- Kurniawan, F., & Christanto, F. W. (2023). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website. Jurnal Ilmiah Informatika Komputer, 28(2), 122–136. <https://doi.org/10.35760/ik.2023.V28i2.9451>.
- Mauliza, M., Ula, M., Saputra, I., Afdelina, R., & Ikhsan, M. (2022). Application Of Expert System With Forward Chaining Method In Detecting Infectious Diseases In Children. Science Midwifery, 10(4), 2777–2785. <https://doi.org/10.35335/Midwifery.V10i4.714>.
- Maurseth, P. B., & Svensson, R. (2020). The Importance Of Tacit Knowledge: Dynamic Inventor Activity In The Commercialization Phase. Research Policy, 49(7), 104012. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104012>.
- Ningrum, F. C., Suherman, D., Aryanti, S., Prasetya, H. A., & Saifudin, A. (2019). Pengujian Black Box Pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. Jurnal Informatika Universitas Pamulang, 4(4), 125. <https://doi.org/10.32493/Informatika.V4i4.3782>.
- Nugraha, A. K., & Somya, R. (2022). Perancangan Website Knowledge Management System Menggunakan Framework Laravel Di Bpsdmd Jawa Tengah. Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (Jukanti), 5(2), 23–30. <https://doi.org/10.37792/Jukanti.V5i2.523>.
- Pfiffner, N. (2021). Identifying Patterns In Communication Science. In Semantic Network Analysis In Social Sciences (1st Ed., Pp. 192–215). Routledge.

- Prastyono, A., & Sandrina, F. (2024). Subsidi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai: Seberapa Besar Dampak Terhadap Masyarakat Indonesia? 08(01).
- Purba, M. M., & Rahmat, C. (N.D.). Perancangan Sistem Informasi Stok Barang Berbasis Web Di Pt. Mahesa Cipta.
- Santunione, G., Barbieri, A., Sgarbi, E., Estiningtyas, A., Kurniawan, F., Christanto, F. W., Maurseth, P. B., Svensson, R., Setiawan, I., Jabir, S. R., Azis, H., Mansyur, S. H., Wijaya, Y. D., Astuti, M. W., Henderi Abdullah Dwisrenggini, Alfiahkhourunisa, Q., Usman, F., Zeb, B., Alam, K., Valipour, M., ... Agustanta, N. (2021). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website. *Semantic Network Analysis In Social Sciences*, 2(1), 125. <https://doi.org/10.35760/ik.2023.v28i2.9451>.
- Sarica, S., & Luo, J. (2021). Design Knowledge Representation With Technology Semantic Network. *Proceedings Of The Design Society*, 1(7), 1043–1052. <https://doi.org/10.1017/Pds.2021.104>.
- Setiawan, I. (2022). Komparasi Kinerja Integrated Development Environment (Ide) Dalam Mengeksekusi Perintah Python. *Satesi: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 52–59. <https://doi.org/10.54259/Satesi.V2i1.784>.
- Sudjoko, C. (2021). Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan Sebagai Solusi Untuk Mengurangi Emisi Karbon”, *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*, 2(2), 54–68.
- Syaripudin, A. (2022). Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining Untuk Diagnosa Gejala Covid-19. 1(05).
- Usman, F., Zeb, B., Alam, K., Valipour, M., Ditta, A., Sorooshian, A., Roy, R., Ahmad, I., & Iqbal, R. (2022). Exploring The Mass Concentration Of Particulate Matter And Its Relationship With Meteorological Parameters In The Hindu-Kush Range. *Atmosphere*, 13(10), 1628. <https://doi.org/10.3390/Atmos13101628>.
- Uta, M., Felfernig, A., Le, V.-M., Tran, T. N. T., Garber, D., Lubos, S., & Burgstaller, T. (2024). Knowledge-Based Recommender Systems: Overview And Research Directions. *Frontiers In Big Data*, 7, 1304439. <https://doi.org/10.3389/Fdata.2024.1304439>.
- Van Asselt, H., Fragkos, P., Peterson, L., & Fragkiadakis, K. (2024). The Environmental And Economic Effects Of International Cooperation On Restricting Fossil Fuel Supply. *International Environmental Agreements: Politics, Law And Economics*, 24(1), 141–166. <https://doi.org/10.1007/S10784-023-09623-9>.
- Yudha, A., Prasetyo, E. D., & Basir, R. R. (2023). Implementasi Algoritma Forward Chaining Dan Certainty Factor Untuk Mengetahui Diagnosa Kerusakan Mobil Toyota. 1.
- Zaki, A., Defit, S., Sumijan, S., & Fauzana, R. (2023). Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Internet (Studi Kasus : Di Layanan Internet Diskominfo Sumatera Barat). *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 9(3), 227–236. <https://doi.org/10.25077/Teknosi.V9i3.2023.227-236>.
- Zameer, H., Wang, Y., & Saeed, M. R. (2021). Net-Zero Emission Targets And The Role Of Managerial Environmental Awareness, Customer Pressure, And Regulatory Control Toward Environmental Performance. *Business Strategy And The Environment*, 30(8), 4223–4236. <https://doi.org/10.1002/Bse.2866>.
- Zola, G., Siska, ;, Nugraheni, D., Andhien, ;, Rosiana, A., Dzamar, ;, Pambudy, A., & Agustanta, N. (2023). Inovasi Kendaraan Listrik Sebagai Upaya Meningkatkan Kelestarian Lingkungan Dan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Hijau Di Indonesia. *Ekonomi Sumberdaya Dan Lingkungan*, 11(3), 2303–1220.