

Modifikasi Sistem Buka-Tutup Dan Struktur Tulangan Kap Mesin Purwarupa Kendaraan Listrik

Pandoe¹, Antonius Adi Soetopo¹, Rifki Tri Pangestu¹

¹Politeknik Manufaktur Bandung, Bandung

E-mail: noerpandoe@gmail.com

Received:30 Juli 2026; Received in revised form: 31 Juli 2026; Accepted: 4 Agustus 2026

Abstract

The engine hood of the prototype electric vehicle, developed in a previous study, still uses a permanent mounting system, which limits access for inspection and maintenance of the vehicle's front compartment. This study aims to implement an opening-closing system and a reinforcement structure for the hood using 1 mm-thick Steel Plate Cold Commercial (SPCC). The research was conducted through the following stages: design using SolidWorks 2022; fabrication of the hood panel and reinforcement structure; assembly of the opening-closing mechanism components; and evaluation of the implementation results. The opening-closing mechanism consists of a hood hinge, a hood latch, and a hood support rod, while the reinforcement structure was fabricated using a 25 × 25 × 2 mm hollow square profile. The results of the study indicate that the opening-closing system and the reinforcement structure were successfully implemented according to the design, forming a single structural unit with the hood panel. The reinforcement structure serves to strengthen the panel while also acting as a mounting bracket for the hood hinge and hood latch, whereas the implementation of the opening-closing system improves ease of access to the vehicle's front compartment for inspection and maintenance compared to the previous design, which used a permanent mounting system. Furthermore, the development of the hood enhances functionality without altering the primary dimensions or the basic concept of the front body of the prototype car.

Keywords: Hood, Hood Opening and Closing Mechanism, Reinforcement Structure, Fabrication, Sheet Metal.

Abstrak

Kap mesin purwarupa kendaraan listrik yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya masih menggunakan sistem pemasangan permanen sehingga membatasi akses inspeksi dan perawatan kompartemen depan kendaraan. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem buka-tutup dan struktur tulangan pada kap mesin tersebut menggunakan pelat *Steel Plate Cold Commercial* (SPCC) tebal 1 mm. Penelitian dilakukan melalui tahapan perancangan menggunakan SolidWorks 2022, fabrikasi panel kap mesin dan struktur tulangan, perakitan komponen mekanisme buka-tutup, serta evaluasi hasil implementasi. Mekanisme buka-tutup terdiri atas *hood hinge*, *hood latch*, dan *hood support rod*, sedangkan struktur tulangan dibuat menggunakan profil *hollow square* berukuran 25 × 25 × 2 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem buka-tutup dan struktur tulangan berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan sehingga membentuk satu kesatuan konstruksi dengan panel kap mesin. Struktur tulangan berfungsi sebagai penguat panel sekaligusudukan pemasangan *hood hinge* dan *hood latch*, sedangkan penerapan sistem buka-tutup meningkatkan kemudahan akses menuju kompartemen depan kendaraan untuk kegiatan inspeksi dan perawatan dibandingkan desain sebelumnya yang menggunakan sistem pemasangan permanen, serta pengembangan kap mesin dapat meningkatkan fungsionalitas tanpa mengubah dimensi utama maupun konsep dasar bodi depan purwarupa kendaraan listrik.

Kata kunci: Kap mesin, Mekanisme buka-tutup kap mesin, Struktur tulangan, Fabrikasi, Pelat SPCC.

1. PENDAHULUAN

Pengembangan desain kendaraan yang tidak hanya berorientasi pada efisiensi energi, tetapi juga pada kemudahan manufaktur, perawatan, dan pengembangan produk. Salah satu komponen yang berperan penting adalah kap mesin (*hood*), yang berfungsi sebagai pelindung kompartemen depan sekaligus menyediakan akses terhadap komponen mekanikal dan elektrik selama proses inspeksi maupun perawatan. Oleh karena itu, desain kap mesin perlu mempertimbangkan aspek fungsional selain kekuatan konstruksi agar mampu mendukung kemudahan operasional kendaraan [1][2].

Purwarupa kendaraan listrik yang dikembangkan pada penelitian sebelumnya telah berhasil menghasilkan bodi depan kendaraan beserta panel kap mesin. Namun, kap mesin tersebut masih menggunakan sistem pemasangan permanen sehingga akses menuju kompartemen depan terbatas ketika dilakukan inspeksi, pemasangan komponen, maupun perawatan pada kompartemen depan. Selain itu, panel kap mesin belum dilengkapi dengan struktur tulangan yang dapat mendukung pemasangan mekanisme buka-tutup. Kondisi tersebut menyebabkan proses perawatan menjadi kurang praktis serta membatasi pengembangan fungsi kap mesin sebagai komponen yang dapat dioperasikan secara berulang.

Pengembangan kap mesin memerlukan material yang memiliki kemampuan pembentukan yang baik serta mudah diproses menggunakan metode *sheet metal fabrication*. Salah satu material yang banyak digunakan pada panel bodi kendaraan adalah *Steel Plate Cold Commercial* (SPCC) sesuai standar JIS G 3141, karena memiliki sifat mampu bentuk yang baik, kualitas permukaan yang tinggi, serta sesuai untuk proses pemotongan, pembungkakan, pengeboran, dan penyambungan [3]. Selain pemilihan material, penerapan struktur tulangan diperlukan untuk mendukung konstruksi panel sekaligus sebagai media pemasangan komponen mekanisme buka-tutup sehingga panel mampu berfungsi sesuai kebutuhan desain [4].

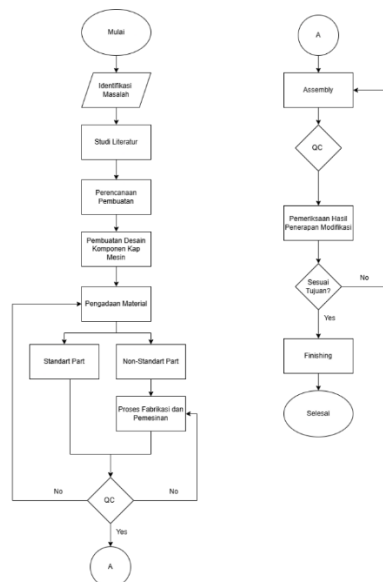
Pada penelitian sebelumnya di purwarupa kendaraan listrik, pengembangan difokuskan pada pembuatan bodi depan kendaraan sehingga aspek kemudahan akses kompartemen depan belum menjadi perhatian. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada implementasi sistem buka-tutup kap mesin yang terintegrasi dengan struktur tulangan sebagai pengembangan fungsi kap mesin tanpa mengubah dimensi utama maupun konsep dasar bodi depan kendaraan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem buka-tutup dan struktur tulangan pada kap mesin purwarupa kendaraan Listrik menggunakan pelat *Steel Plate Cold Commercial* (SPCC) tebal 1 mm. Implementasi dilakukan melalui tahapan perancangan, fabrikasi, perakitan, dan evaluasi sehingga dihasilkan kap mesin yang lebih fungsional serta memberikan kemudahan akses terhadap kompartemen depan kendaraan untuk kegiatan inspeksi dan perawatan. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi sistem buka-tutup dan struktur tulangan sebagai pengembangan kap mesin purwarupa kendaraan listrik yang sebelumnya masih menggunakan sistem pemasangan permanen.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi disusun sebagai rangkaian tahapan sistematis yang mencakup perancangan, manufaktur, perakitan, dan evaluasi hasil modifikasi kap mesin mobil listrik. Proses dimulai dengan identifikasi masalah dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan perencanaan pembuatan serta perancangan komponen kap mesin. Tahap pengadaan material selanjutnya dibagi menjadi komponen standar dan komponen nonstandar. Komponen nonstandar dibuat melalui proses fabrikasi dan pemesinan, sedangkan komponen standar disiapkan untuk proses perakitan secara langsung. Tahapan *quality control* diterapkan setelah pembuatan komponen dan setelah proses perakitan untuk memastikan bahwa dimensi, kualitas sambungan, pemasangan, dan kinerja fungsional telah sesuai dengan tujuan modifikasi. Gambar 1 menunjukkan

keseluruhan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Tahap identifikasi masalah dilakukan untuk mengidentifikasi keterbatasan kap mesin yang digunakan sebelumnya, khususnya pemasangan secara permanen, terbatasnya akses menuju kompartemen depan, dan tidak adanya struktur penopang internal yang memadai. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh informasi teknis mengenai konstruksi kap mesin kendaraan, karakteristik pelat logam, mekanisme buka-tutup, proses manufaktur, dan persyaratan *quality control*.

Tahap perencanaan pembuatan menentukan material yang dibutuhkan, dimensi komponen, urutan proses manufaktur, peralatan, mesin, dan metode penyambungan. Desain komponen kap mesin dikembangkan berdasarkan geometri rangka kendaraan dan kebutuhan akses menuju kompartemen depan, mencakup panel luar berbahan SPCC tebal 1 mm, komponen tulangan, titik pemasangan engsel, elemen pengikat, dan komponen penopang. SPCC dikategorikan sebagai pelat baja karbon hasil pengerolan dingin berdasarkan JIS G 3141 dan umum digunakan untuk komponen yang memerlukan proses pemotongan, pembentukan, dan bending [3].

Pengadaan material dibagi menjadi komponen standar dan komponen

nonstandar. Komponen standar, seperti baut, mur, rivet, dan engsel, dipilih sesuai dengan dimensi dan fungsi yang dibutuhkan. Komponen nonstandar, seperti panel kap mesin dan struktur tulangan, dibuat berdasarkan gambar kerja yang telah disiapkan.

Proses fabrikasi dan pemesinan meliputi pemotongan, pembentukan, pengeboran, dan pengelasan. Proses pemotongan dan pembentukan digunakan untuk menghasilkan geometri panel luar dan struktur tulangan, sedangkan pengeboran digunakan untuk membuat lubang pemasangan engsel, rivet, baut, dan mur. Sambungan rivet dipilih untuk menyambungkan panel kap mesin ke rangka tulangan karena mampu menyambungkan komponen pelat tipis dengan mudah dibandingkan proses pengelasan.

Tahap *quality control* dilakukan untuk mengevaluasi komponen hasil manufaktur, baik sebelum maupun setelah proses perakitan. Pemeriksaan dimensi dilakukan menggunakan rol meter, jangka sorong, dan protaktor meliputi posisi lubang, geometri panel, sudut tekuk, keselarasan tulangan, dan kesesuaian dengan gambar kerja. Toleransi dimensi umum pada komponen hasil pemesinan dan pembentukan pelat ditentukan

menggunakan ISO 2768-1, sedangkan toleransi dimensi dan geometri pada konstruksi hasil pengelasan mengacu pada ISO 13920 kelas B [5], [6].

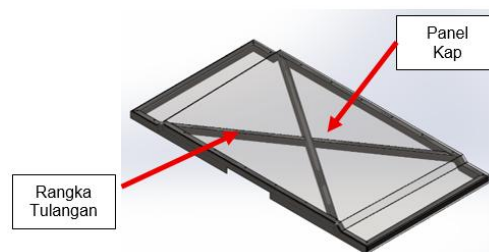
Perakitan mencakup pemasangan struktur tulangan pada panel kap mesin, mekanisme engsel, dan kap mesin secara keseluruhan pada rangka kendaraan. Evaluasi dilakukan melalui pengoperasian berulang kap mesin untuk memeriksa kelancaran engsel, potensi gesekan dengan komponen sekitar, dan kemudahan akses ke kompartemen depan. Sudut bukaan diukur menggunakan protractor pada posisi kap mesin ditahan tiang penyangga, sedangkan fungsi struktur tulangan diperiksa melalui perbandingan visual kondisi panel sebelum dan sesudah pemasangan rangka. Kesesuaian posisi terhadap komponen bodi sekitar turut diperiksa setelah kap mesin terpasang. Modifikasi dinyatakan memenuhi

persyaratan apabila mekanisme buka-tutup berfungsi baik, akses perawatan lebih mudah, dan struktur tulangan memberikan dukungan yang memadai. dipasang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Kap Mesin

Tahap perancangan menghasilkan desain kap mesin baru sebagai pengembangan dari kap mesin purwarupa kendaraan listrik yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya. Pengembangan dilakukan dengan mempertahankan dimensi dan bentuk utama kap mesin agar tetap sesuai dengan geometri rangka kendaraan, namun disertai penambahan sistem buka-tutup dan struktur tulangan pada bagian bawah panel. Hasil perancangan kap mesin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Kap Mesin Purwarupa Kendaraan Listrik

Hasil perancangan menunjukkan bahwa kap mesin terdiri atas dua komponen utama, yaitu panel kap mesin berbahan *Steel Plate Cold Commercial* (SPCC) tebal 1 mm dan struktur tulangan yang dibuat menggunakan profil *hollow square* 25 × 25 × 2 mm. Panel kap mesin berfungsi sebagai penutup kompartemen depan kendaraan, sedangkan struktur tulangan berfungsi sebagai penopang panel sekaligus dudukan komponen mekanisme buka-tutup.

Pada penelitian sebelumnya, kap mesin dipasang secara permanen pada rangka kendaraan sehingga panel harus dilepas terlebih dahulu ketika proses inspeksi maupun perawatan dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengembangan desain dengan mengintegrasikan *hood hinge*, *hood support rod*, dan *hood latch* ke dalam konstruksi kap mesin. Integrasi ketiga komponen tersebut

memungkinkan panel kap mesin dapat dibuka dan ditutup tanpa perlu dilepas dari kendaraan sehingga akses menuju kompartemen depan menjadi lebih mudah.

3.2. Perhitungan *Flat Pattern*

Panel kap mesin didesain menggunakan SolidWorks dengan enam titik tekukan (tag A-F): dua tekukan 90° (tag A dan F) dan empat tekukan 45° (tag B, C, D, E), seluruhnya menggunakan radius *bending minimum* $R = 2$ mm. Sebelum proses pemotongan dilakukan, perhitungan *bend allowance* perlu dilakukan untuk menentukan panjang *flat pattern* agar dimensi akhir panel setelah bending sesuai gambar kerja [7].

Nilai *bend allowance* per tekukan dihitung menggunakan persamaan [8]:

$$BA = 2\pi \frac{\alpha}{360} (R + Kba \cdot t) \dots \dots \dots (1)$$

$$BA = 2\pi \frac{90}{360} (2 + 0,5 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm})$$

$$BA = 2\pi \frac{90}{360} \times 2,5 \text{ mm}$$

$$BA = 3,927 \text{ mm}$$

Tekukan 45° (B, C, D, E):

$$BA = 2\pi \frac{\alpha}{360} (R + Kba \cdot t)$$

$$BA = 2\pi \frac{45}{360} (2 + 0,5 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm})$$

$$BA = 2\pi \frac{45}{360} \times 2,5 \text{ mm}$$

$$BA = 1,964 \text{ mm}$$

Total *bend allowance* untuk enam tekukan:

$$Abtotal = (2 \times 3,927) + (4 \times 1,964)$$

$$Abtotal = 15,71 \text{ mm}$$

Dengan panjang segmen lurus Lurus = 1145,56 mm, maka panjang *flat pattern* yang harus dipotong adalah:

$$Lf = L\text{lurus} + Abtotal \dots \dots \dots (2)$$

$$Lf = L\text{lurus} + Abtotal = 1145,56 + 15,71$$

$$Lf = 1161,27 \text{ mm}$$

Nilai *flat pattern* 1161,27 mm ini digunakan sebagai acuan pemotongan bahan baku pelat SPCC menggunakan *shearing machine* sebelum proses *bending* dilakukan, sehingga dimensi akhir panel setelah keenam tekukan sesuai dengan gambar kerja.

3.3. Proses Fabrikasi

Pada Fabrikasi dilaksanakan pada tiga komponen utama dengan urutan proses yang berbeda sesuai karakteristik geometri masing-masing, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses Fabrikasi		
No	Komponen	Urutan Proses
1	Panel Kap Mesin	1. Gerinda Tangan
		2. Shearing
		3. Bending
		4. Bor
2	Rangka Tulangan	1. Gerinda Chop Saw
		2. Las SMAW

3.4. Proses Fabrikasi

Hasil rekapitulasi QC disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil <i>Quality control</i> Kap Mesin				
Komponen	Jumlah Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran		Persentase (%)
		OK	NO	
Panel Kap Mesin	35	33	2	94,28
Rangka Tulangan	27	23	4	85,18

Berdasarkan hasil pemeriksaan, ditemukan beberapa titik ukur yang tidak memenuhi toleransi yang ditetapkan, yaitu 2 titik pada panel kap mesin dan 4 titik pada rangka tulangan. Mengingat keterbatasan waktu pelaksanaan penelitian, titik-titik tersebut tidak sempat dilakukan proses perbaikan (*rework*) dan tetap dilanjutkan hingga tahap perakitan akhir. Penyimpangan dimensi yang terjadi tidak memengaruhi fungsi mekanisme buka-tutup maupun

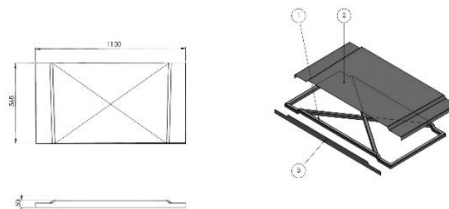
struktur tulangan, namun berpengaruh pada aspek visual hasil perakitan, khususnya pada kerataan dan kesejajaran permukaan panel. Data hasil *quality control* yang disajikan pada Tabel 2 merupakan kondisi akhir komponen setelah proses perakitan selesai dilaksanakan.

3.5. Proses Perakitan

Perakitan dilakukan dalam tiga tahap utama. Pertama, delapan part number

rangka tulangan disambung permanen dengan las SMAW membentuk *sub assembly* rangka tulangan. Kedua, panel kap mesin dan panel cover depan disambungkan ke rangka tulangan menggunakan 27 blind rivet Ø4,8 mm (DIN 7337) menggunakan rivet gun dari satu sisi. Ketiga, kap mesin dipasang ke

rangka kendaraan menggunakan dua engsel DIN EN 1935 di sisi kiri dan kanan, masing-masing dikencangkan empat baut verseng L M6 (DIN 7991) dan mur M6 (DIN 934) berbahan SS304. Diagram alir metode perakitan disajikan pada Gambar 3.

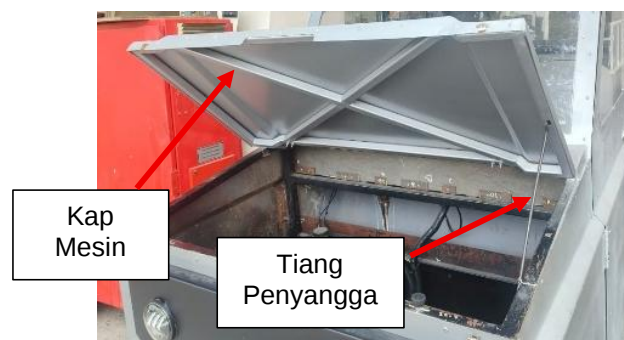


Gambar 3. *Sub Assembly* Kap Mesin

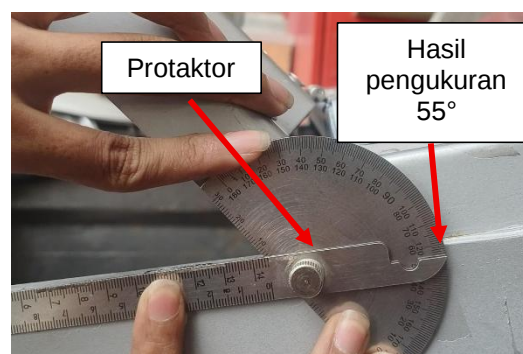
3.6. Hasil Penerapan Sistem Buka-Tutup Kap Mesin

Pemeriksaan sistem buka-tutup dilakukan dengan mengoperasikan kap mesin secara berulang untuk memastikan mekanisme engsel bekerja tanpa hambatan berupa gesekan atau benturan dengan komponen bodi sekitar, seperti panel bodi samping dan *bumper* depan. Berdasarkan hasil pemeriksaan, mekanisme engsel

bekerja dengan baik dan kap mesin dapat dioperasikan tanpa hambatan yang signifikan. Sementara untuk Sudut bukaan operasional kap mesin diukur menggunakan protaktor pada kondisi kap mesin ditahan oleh tiang penyangga dalam posisi terbuka. Berdasarkan hasil pengukuran, sudut bukaan operasional yang diperoleh adalah 55°, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Posisi Bukaan Kap Mesin



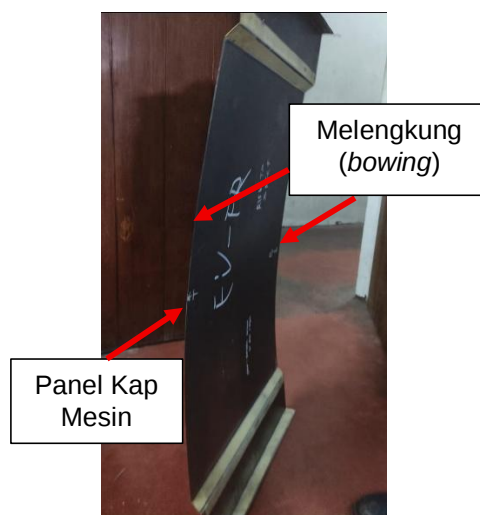
Gambar 5. Pemeriksaan Sudut Bukaan dengan Protaktor (55°)

Sudut bukaan 55° memberikan ruang yang memadai bagi operator untuk menjangkau komponen di dalam kompartemen depan kendaraan sehingga kegiatan pemeriksaan dan perawatan dapat dilakukan dengan lebih mudah dibandingkan kondisi sebelum modifikasi di mana panel harus dilepas sepenuhnya. Sebagai pembanding, O. Denizhan dan M.-S. Chew [9] menyatakan dalam penelitiannya mengenai optimasi mekanisme engsel kap mesin bahwa sudut bukaan sebesar $54,6^\circ$ telah cukup memberikan jangkauan gerak yang memadai untuk keperluan perawatan. Dengan demikian, sudut bukaan operasional 55° yang diperoleh pada penelitian ini dinilai

telah memenuhi kebutuhan akses ke kompartemen depan kendaraan.

3.7. Hasil Penerapan Struktur Tulangan Kap Mesin

Pemeriksaan fungsi struktur tulangan sebagai penopang panel dilakukan dengan membandingkan kondisi panel kap mesin sebelum dan setelah dipasang rangka tulangan. Sebelum pemasangan rangka tulangan, panel SPCC 1 mm mengalami lengkungan (*bowing*) akibat beratnya sendiri saat berada dalam posisi berdiri, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Panel Kap Mesin Sebelum Dipasang Rangka Tulangan

Kondisi ini menunjukkan bahwa panel berbahan pelat tipis dengan dimensi lebar cenderung tidak mampu mempertahankan bentuknya secara mandiri tanpa adanya struktur penopang tambahan. Setelah

rangka tulangan dipasang, panel tidak lagi mengalami lengkungan dan mampu mempertahankan profil yang rata dalam posisi berdiri, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Panel Kap Mesin Setelah Dipasang Rangka Tulangan

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa rangka tulangan *hollow square* $25 \times 25 \times 2$ mm ASTM A36 efektif berfungsi

sebagai penopang panel kap mesin, yang dibuktikan dari hilangnya lengkungan (*bowing*) pada panel setelah rangka

tulangan terpasang secara visual. Selain berfungsi sebagai penopang panel, struktur tulangan juga berfungsi sebagaiudukan pemasangan *hood hinge* dan *hood latch* sehingga mengintegrasikan tiga fungsi sekaligus dalam satu komponen struktural.

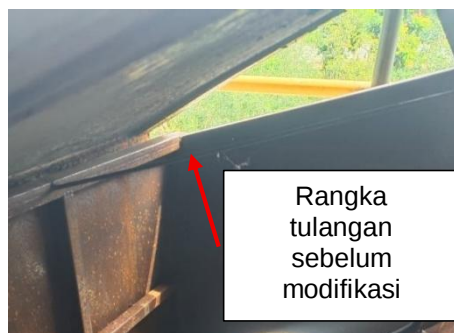
3.8. Perbandingan Kap Mesin Sebelum Dan Sesudah Modifikasi

Sebelum dilakukan modifikasi, kap mesin purwarupa kendaraan listrik menggunakan material pelat ST37 dengan ketebalan 1 mm yang dipasang secara

permanen pada rangka kendaraan tanpa mekanisme buka-tutup, seperti ditunjukkan pada Gambar 8. Akses menuju kompartemen depan hanya dapat dilakukan melalui bagian bawah kendaraan yang memiliki ruang gerak sangat terbatas, atau dengan cara membongkar panel kap mesin apabila akses diperlukan dari bagian atas. Struktur penopang panel pada desain sebelumnya hanya berupa *roundbar* tunggal yang tidak memberikan dukungan memadai terhadap bentuk panel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



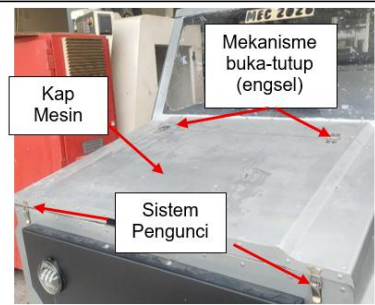
Gambar 8. Kondisi Kap Mesin sebelum Modifikasi



Gambar 9. Rangka Tulangan Sebelum Modifikasi

Pada penelitian ini, material kap mesin diganti menggunakan pelat SPCC dengan ketebalan yang sama, yaitu 1 mm, namun dengan karakteristik permukaan dan kemampuan bentuk yang lebih baik dibandingkan ST37. Modifikasi turut disertai penambahan sistem buka-tutup menggunakan mekanisme engsel, sistem pengunci kap mesin, serta struktur tulangan dari profil *hollow square* 25×25×2 mm,

sehingga akses menuju kompartemen depan tidak lagi memerlukan pembongkaran kolong kendaraan maupun pelepasan panel kap mesin secara permanen, seperti ditunjukkan pada Gambar 10, sedangkan untuk struktur tulangan setelah modifikasi ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 10. Kondisi Kap Mesin Sesudah Modifikasi

Perbedaan mendasar anantara kap mesin sebelum dan sesudah modifikasi dirangkum pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kap Mesin Sebelum dan Seseudah Modifikasi		
Aspek	Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi
Material	Pelat ST37 (SPHC), tebal 1 mm	Pelat SPCC, tebal 1 mm
Sistem pemasangan	Permanen, tanpa mekanisme buka-tutup	Buka-tutup dengan mekanisme engsel
Struktur penopang panel	Roundbar tunggal	Hollow square 25x25x2 mm
Akses kompartemen depan	Melalui bagian bawah kendaraan atau membongkar panel kap mesin	Melalui bukaan kap mesin, sudut operasional 55°

Meskipun ketebalan pelat yang digunakan tetap sama, yaitu 1 mm, jenis material diganti dari ST37 menjadi SPCC yang memiliki karakteristik permukaan dan kemampuan bentuk yang lebih baik. Perubahan paling signifikan terletak pada sistem pemasangan dan cara akses menuju kompartemen depan. Pada desain sebelumnya, akses hanya dapat dilakukan melalui bagian bawah kendaraan dengan ruang gerak terbatas, atau dengan membongkar panel kap mesin apabila akses dari bagian atas diperlukan. Penerapan sistem buka-tutup dan struktur tulangan pada penelitian ini menghilangkan kebutuhan tersebut, karena kompartemen depan dapat diakses langsung melalui bukaan kap mesin dengan sudut operasional 55° tanpa perlu membongkar komponen apapun, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan kap mesin purwarupa kendaraan listrik melalui penerapan sistem

buka-tutup dan struktur tulangan menggunakan pelat *Steel Plate Cold Commercial* (SPCC) tebal 1 mm. Hasil implementasi menunjukkan bahwa kap mesin berhasil difabrikasi dan dirakit sesuai dengan rancangan, serta seluruh komponen mekanisme yang terdiri dari *hood hinge*, *hood latch*, dan *hood support rod* dapat berfungsi dengan baik. Kap mesin memiliki sudut bukaan operasional sebesar 55°, yang memberikan akses lebih mudah ke kompartemen depan untuk kegiatan inspeksi dan perawatan dibandingkan desain sebelumnya yang masih menggunakan sistem pemasangan permanen.

Struktur tulangan dari profil *hollow square* 25× 25 × 2 mm ASTM A36 terbukti berfungsi sebagai penopang panel, yang ditunjukkan dari hilangnya lengkungan (*bowing*) pada panel setelah rangka tulangan terpasang, sekaligus berfungsi sebagaiudukan *hood hinge* dan *hood latch* sehingga seluruh komponen terintegrasi dalam satu kesatuan konstruksi. Ditemukan pula ketidaksesuaian posisi antara kap mesin

dan bodi samping kendaraan yang disebabkan oleh tidak dilakukannya pengukuran dimensi aktual rangka depan kendaraan pada tahap perancangan, meskipun demikian sistem buka-tutup tetap berfungsi dengan baik. Temuan ini menjadi masukan penting bahwa pengukuran dimensi aktual kendaraan perlu dilakukan sebelum tahap perancangan pada pengembangan kap mesin selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan teknis dan bantuan selama proses perancangan, fabrikasi, perakitan, serta pengujian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. P., H. A. Shivappa, K. Preethi, R. Chandan, and K. C. Byregowda, "Modelling, Design and Analysis of Car Bonnet Assembly - Simulation Results & Discussions," *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, vol. 8, no. 12, 2021, doi: 10.17148/IARJSET.2021.81240.
- [2] S. M. Darwish, S. M. Elseufy, and A. Ahmad, "Finite Element Analysis of an Automobile Engine Hood," *The Journal of Management Engineering Integration*, vol. 7, no. 1, p. 62, 2014. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/273636830_Finite_Element_Analysis_of_an_Automobile_Engine_Hood
- [3] Y. Xie, Y. Wu, A. Jalali, H. Zhou, and M. A. Khadimallah, "Effects of thickness reduction in cold rolling process on the formability of sheet metals using ANFIS," *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, p. 10434, Jun. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-13694-0.
- [4] T. Kristyadi, L. Hartawan, and A. Putra, Pengembangan Kendaraan Listrik Taktis Sergap Senyap untuk Mendukung Industri Pertahanan Nasional. Bandung, Indonesia: Institut Teknologi Nasional Bandung, 2021. [Online]. Available: <https://eprints.itenas.ac.id/2261/>
- [5] International Organization for Standardization, ISO 2768-1:1989, General Tolerances-Part 1: Tolerances for Linear and Angular Dimensions Without Individual Tolerance Indications. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1989. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:2768:-1:ed-1:v1:en>
- [6] International Organization for Standardization, ISO 13920:2023, *Welding-General Tolerances for Welded Constructions-Dimensions for Lengths and Angles, Shape and Position*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2023. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/86032.html>
- [7] N. Nugraha, M. P. Sirodz, M. R. Dzarrghifa, and G. S. S. W., "Pengujian Bending Akrilik pada Mesin Pemanas Akrilik Tubular," *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, vol. 4, no. 1, p. 57, Sep. 2024, doi: 10.26760/jrem.v4i1.57.
- [8] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 2nd ed. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 2002.
- [9] Denizhan and M.-S. Chew, "Linkage Mechanism Optimization and Sensitivity Analysis of an Automotive Engine Hood," *International Journal of Automotive Science and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 7-16, Mar. 2018, doi: 10.30939/ijastech..364438.
- [10] Onur Denizhan, & Meng-Sang Chew.(2023). Integrated Optimum Design of a Torsion Spring-Compensated Automotive Engine Hood Linkage Mechanism. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. Volume 10, Issue 5 September-October-2023. 89-99