

SKRIPSI

FABRIKASI *TUBE* KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT KARBON

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**MUHAMMAD BAGAS SATRIA YUDA
03051281621057**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2021

SKRIPSI

FABRIKASI *TUBE* KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT KARBON

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH :

**MUHAMMAD BAGAS SATRIA YUDA
03051281621057**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

FABRIKASI TUBE KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT KARBON

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:


MUHAMMAD BAGAS SATRIA YUDA
03051281621057

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Indralaya, Juni 2021
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : MUHAMMAD BAGAS SATRIA YUDA
NIM : 03051281621057
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : FABRIKASI TUBE KOMPOSIT EPOKSI
BERPENGUAT SERAT KARBON
DIBERIKAN : NOVEMBER 2019
SELESAI : JUNI 2021**

Indralaya, Juli 2021

Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001**

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi



**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Fabrikasi Tube Komposit Epoksi Berpenguat Serat Karbon” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya padatanggal 23 Juni 2021

Palembang, 30 Juni 2021

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

(.....)

Sekretaris :

2. Zulkarnain, S.T, M.Sc., Ph.D
NIP. 198105102005011005

(.....)

Anggota :

3. Barlin, S.T , M.Eng., Ph.D
NIP. 198106302006041001

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. penelitian skripsi ini berjudul “ Fabrikasi *Tube* Komposit Epoksi Berpenguat Serat Karbon ”.

Penelitian skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Kedua orang tua saya dan juga teman-teman yang selalu memberi semangat dan dukungan agar saya mampu menjalani perkuliahan dengan baik.
2. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D yang merupakan pengajar sekaligus dosen pembimbing.
5. Ketua jurusan dan dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proposal skripsi.
6. Bapak Gunawan S.T, M.T, Ph,D selaku pembina tim Sriwijaya Eco.
7. Kepada para anggota tim Sriwijaya Eco yang telah membantu dalam proses penelitian.
8. Kepada teman teman teknik mesin 2016 sekaligus menjadi sebagai keluarga yang telah membantu dan mendukung dalam proses pembuatan skripsi.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam dunia pendidikan dan industri.

Indralaya, Maret 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'MBSY'.

Muhammad Bagas Satria Yuda

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Bagas Satria Yuda

NIM : 03051281621057

Judul : Fabrikasi Tube Komposit Epoksi Berpenguat Serat Karbon

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2021



Muhammad Bagas Satria Yuda

NIM. 03051281621057

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Bagas Satria Yuda

NIM : 03051281621057

Judul : Fabrikasi Tube Komposit Epoksi Berpenguat Serat Karbon

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juli 2021



Muhammad Bagas Satria Yuda

NIM. 03051281621057

RINGKASAN

FABRIKASI TUBE KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT KARBON

Karya tulis ilmiah berupa skripsi,.....2021

Muhammad Bagas Satria Yuda, Dibimbing oleh Amir Arifin , S.T., M.Eng., Ph.D

CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE TUBE

FABRICATION

xi+54 Halaman, 5 Tabel, 26 Gambar

RINGKASAN

Berat total dari suatu kendaraan dinilai sebagai salah satu factor yang berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Dari perhitungan berat per part, bagian *Steering System* dengan menggunakan material besi hallow dianggap belum maksimal dan melebihi target *weight reduction*. Maka dari itu dilakukan *improvement* dengan harapan dapat mengurangi berat total dari kendaraan serta mendapatkan hasil terbaik dalam konsumsi bahan bakar, dengan cara melakukan manufaktur dengan menggunakan material komposit yang berupa *carbonfiber tube*. Dalam penelitian ini dilakukan fabrikasi carbon fiber tube dengan metode *hand lay-up* dengan panjang 30 cm serta variasi lapisan yang berbeda tiap specimen serta dilakukan pengujian bending untuk mengetahui kekuatan secara teknis. Pemilihan metode *hand layup* dinilai efisien dalam segi waktu dan resiko kegagalan dalam fabrikasi. Langkah pertama yang harus dikerjakan adalah pemotongan carbon dengan ukuran yang telah di tentukan, kemudian di lanjutkan dengan mengoleskan *mirrorglaze* ke moldingan yang terbuat dari pipa *PVC*, setelah itu balut moldingan dengan menggunakan plastik *wrapping wrap* agar memudahkan pelepasan carbon terhadap moldingan, di lanjutkan dengan pencampuran resin dan katalis lalu aduk hingga

merata, setelah di aduk dengan rata, di amkan selama 5 menit tunggu sampai udara yang terperangkap ketika pengadukan dilakukan tadi hingga semua udara yang terperangkap hilang, kemudian dilanjutkan dengan pemoldingan dengan cara mencampurkan resin dengan karbon yang telah kita potong dengan sesuai ukuran tadi kita ratakan dengan menggunakan roll khusus karbon, lalu tunggu sampai resin menyerap ke karbon, jika resin sudah terserap di lanjutkan dengan pemoldingan karbon ke moldingan yang telah kita oleskan dengan *mirror glaze*, pastikan pemoldingan ini merata tidak ada yang terlipat atau tertarik serat karbonnya, lalu dilanjutkan lagi dengan pembalutan plastik wrapping wrap lagi agar pencetakan sempurna, lalu jemur selama matahari masih menyinari, dikarenakan proses ini tidak menggunakan open melainkan secara manual, Adapun hasil pengujian bending tertinggi dengan rerata sebesar 72.96318 MPa dengan spesifikasi 8 lapisan, rerata ketebalan 3.08 mm dan berat 2.23 gram dan hasil terendah didapat dengan rerata sebesar 37.95029 MPa dengan spesifikasi 4 lapisan, rerata ketebalan 1.93 mm dan berat 1.167 gram. Untuk yang 6 lapisan didapatkan hasil rerata sebesar 45.18573 MPa dengan spesifikasi rerata ketebalan 2.13 mm dan berat 1.367 gram. Berdasarkan hal ini carbonfiber tube dapat direkomendasikan sebagai pengganti bagian *Steering System* yang lama serta dapat mereduksi berat total dari kendaraan tersebut.

Kata Kunci: Komposit, Pipda Komposit, Fiber Karbon, Sistem Stering

SUMMARY

CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE TUBE FABRICATION

Scientific writing in the form of Thesis,.....2021

Muhammad Bagas Satria Yuda, Supervised by Amir Arifin , S.T., M.Eng., Ph.D

FABRIKASI TUBE KOMPOSIT EPOKSI BERPENGUAT SERAT KARBON

xi+54 Halaman, 5 Tabel, 26 Gambar,

SUMMARY

The total weight of a vehicle is considered as one of the factors that affect fuel consumption. From the calculation of the weight per part, the Steering System section using hollow iron material is considered not optimal and exceeds the target weight reduction. Therefore, improvements were made in the hope of reducing the total weight of the vehicle and getting the best results in fuel consumption, by manufacturing using composite materials in the form of carbonfiber tubes. In this study, carbon fiber tube fabrication was carried out with the hand lay-up method with a length of 30 cm and different layers of each specimen and bending testing was carried out to determine technical strength. The selection of the hand layup method is considered efficient in terms of time and the risk of failure in fabrication. The first step that must be done is cutting the carbon to a predetermined size, then proceed by applying mirroglaze to the molding made of PVC pipe, after that wrap the molding using plastic wrapping wrap to facilitate the release of carbon to the

molding, followed by mixing resin and the catalyst and stir until evenly distributed, after stirring evenly, let stand for 5 minutes, wait for the trapped air when stirring was done earlier until all the trapped air is gone, then proceed with soldering by mixing resin with carbon that we have cut to size we flattened it using a special carbon roll, then waited for the resin to absorb into the carbon, if the resin has been absorbed, we continue with carbon polishing to the molding that we have applied with mirror glaze, make sure this molding is evenly distributed, nothing is folded or attracted to the carbon fiber, then proceed again with plastic wrapping wrap again so that the printing is perfect, then dry as long as the sun is still shining, because this process does not use open but manually, the highest bending test results with an average of 72,96318 MPa with specifications of 8 layers, an average thickness of 3.08 mm and the weight is 2.23 grams and the lowest result is obtained with an average of 37.95029 MPa with a specification of 4 layers, an average thickness of 1.93 mm and a weight of 1.167 grams. For the 6 layers, the average result is 45.18573 MPa with a specification of an average thickness of 2.13 mm and a weight of 1.367 grams. Based on this, carbonfiber tube can be recommended as a replacement for the old Steering System and can reduce the total weight of the vehicle.

Keywords: Composite, Composite Tube, Carbon Fiber, Steering System

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Metode Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Spesifikasi Kendaraan <i>Prototype</i>	5
2.2 Komposit	5
2.3 Metode Yang Digunakan.....	18
2.4 Resin.....	19
2.5 Hardener	20
2.6 Fiber Carbon (Serat Carbon)	20
2.7 Metode Pengujian.....	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Tahapan Penelitian	24
3.3 Studi Literatur	24
3.4 Persiapan Alat dan Bahan	24
3.5 Uji Coba Sebelum Manufaktur.....	24

3.6 Persiapan Molding	25
3.7 Proses Manufaktur Pipa Carbon	25
3.8 Parameter	26
3.9 Hasil dan Analisa	26
3.10 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Proses Pembuatan Spesime.....	27
4.2 Hasil Pengolahan Data Uji Bending.....	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR RUJUKAN	i
DAFTAR LAMPIRAN	i

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 <i>Fiber Composite</i>	13
GAMBAR 2.2 <i>Particulate Composite</i>	14
GAMBAR 2.3 Komposit Laminat	14
GAMBAR 2.4 Pembagian Komposit Berdasarkan Penguatnya	15
GAMBAR 2.5 <i>Carbon Fiber</i>	18
GAMBAR 2.6 Skema Metode <i>Hand Lay-Up</i>	18
GAMBAR 2.7 Alat Uji <i>Bending</i>	21
GAMBAR 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
GAMBAR 4.1 Pengukuran Karbon Fiber	27
GAMBAR 4.2 Karbon Fiber Yang Telah Di Potong	28
GAMBAR 4.3 Pengolesan <i>Mirror Glaze</i>	28
GAMBAR 4.4 Proses Pencampuran Resin Dengan Katalis	29
GAMBAR 4.5 Proses Penuangan Resin Ke Karbon.....	29
GAMBAR 4.6 Karbon Yang Telah Di Oleskan Resin Dan Di Diamkan	30
GAMBAR 4.7 Proses Molding <i>Karbon Fiber</i>	30
GAMBAR 4.8 Proses Pembalutan <i>Wrapping Wrapp</i>	31
GAMBAR 4.9 Spesimen Yang Telah Di Wrapping	31
GAMBAR 4.10 Pengukuran Diameter Dan Ketebalan 4 Lapisan	32
GAMBAR 4.11 Pengukuran Diameter Dan Ketebalan 6 Lapisan	33
GAMBAR 4.12 Pengukuran Diameter Dan Ketebalan 8 Lapisan	33

GAMBAR 4.13 Spesimen Karbon Yang Belum Di Uji.....	35
GAMBAR 4.14 Proses Pengujian <i>Bending JIS Z 2248</i>	36
GAMBAR 4.15 Spesimen Karbon <i>Fiber</i> 4 Lapisan Yang Telah Di Uji.....	36
GAMBAR 4.16 Spesimen Karbon <i>Fiber</i> 6 Lapisan Yang Telah Di Uji.....	37
GAMBAR 4.17 Spesimen Karbon <i>Fiber</i> 8 Lapisan Yang Telah Di Uji.....	37
GAMBAR 4.18 Grafik Hasil Rerata σ <i>Bending</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Spesimen	34
Tabel 4.2 Sudut Patahan Spesimen Pengujian.....	37
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Bending	38
Tabel 4.4 Hasil Pengujian.....	39
Tabel 4.5 Hasil Rerata Pengujian <i>Bending</i>	39

DAFTAR RUMUS

Rumus 4.1 Kekuatan Bending.....	38
--	-----------

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sriwijaya eco setiap tahun selalu mengikuti lomba Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dalam kategori kendaraan prototype. Lomba ini tentunya diikuti oleh berbagai tim dari universitas yang ada di Indonesia, tim tersebut merupakan Badan Semi Otonom (BSO) yang bergerak dalam bidang riset, yang di kenal dengan nama Sriwijaya Eco Team. Kemenristekdikti selalu mengagendakan kegiatan ini yang bertujuan untuk mewadahi kreativitas mahasiswa seluruh indonesia dalam merancang, membangun, menguji, dan mengkompetisikan mobil hemat energi yang aman dan ramah lingkungan. Selain itu juga untuk mendorong mahasiswa untuk dapat berperan aktif dalam menjaga kesinambungan dan ketahanan energi nasional dengan teknologi kendaraan hemat energi yang diciptakannya.

Sriwijaya eco hampir tiap tahunnya mengikuti lomba KMHE ini dalam kategori Prototype yaitu kendaraan roda tiga. Sriwijaya Eco saat ini menggunakan tipe steering ackerman yang menggunakan material besi hollow. Namun hasil yang dicapai saat ini belum memuaskan dikarenakan berat total mobil masih sangat tinggi, serta mayoritas dari tim lain dalam event ini menggunakan fiber carbon dimana dari spesifikasinya jauh lebih ringan dibandingkan dengan besi hollow.

Sehingga untuk mendapatkan desain kendaraan dengan bobot yang seminimal mungkin yang bertujuan untuk efisiensi dalam penggunaan sumber energi dan tampil sebagai juara pada event Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), maka dalam penelitian ini akan dirancang membuat steering tersebut dengan menggunakan material fiber carbon.

Sehingga untuk mendapatkan desain dengan bobot yang seminimal mungkin yang bertujuan untuk efisiensi dalam penggunaan sumber energi dan tampil sebagai juara pada event Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE), maka dalam penelitian ini akan

dirancang membuat body *prototype* tersebut dengan menggunakan material *fiber carbon*. Berdasarkan masalah diatas penulis akan melakukan “**Fabrikasi Tube Komposit Epoksi Berpenguat Serat Karbon**”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan menjadi pokok pembahasan pada penelitian ini adalah permasalahan bobot steering yang terlalu berat. Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bobot steering *prototype* yang lebih ringan dengan menggunakan material *fiber carbon*.

1.3 Batasan Masalah

Banyaknya permasalahan yang akan timbul maka diperlukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Tipe mobil yang akan dirancang berjenis *Prototype*.
2. Pengujian yang akan dilakukan adalah uji Bending
3. Material yang digunakan adalah *Fiber Carbon*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari program penerapan teknologi steering mobil Sriwijaya Eco yaitu:

1. Dapat memfabrikasi struktur yang berbentuk pipa yang terbuat dari *fiber carbon*
2. Menganalisis kekuatan bending dari serat carbon

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Meringankan bobot mobil prototype
2. Mendapatkan steering berbahan carbon
3. Dapat di manfaatkan pada lomba Kontes Mobil Hemat Energi yang akan datang

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam proses penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
2. Persiapan alat dan bahan serta riset
3. Pengujian Bending

DAFTAR RUJUKAN

- Banowati, L., Prasetyo, W.A., Gunara, D.M., 2017. ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK ORIENTASI UNIDIRECTIONAL 0 ° DAN 90 ° PADA STRUKTUR KOMPOSIT SERAT MENDONG DENGAN MENGGUNAKAN EPOKSI BAKELITE EPR 174 19.
- Effect, T., Fraction, F.V., Strength, T., Sugar, U., Reinforced, C.F.-, Matrix, P., Bqtn, S., 2015. Rahman , M . B . N . , & Kamiel , B . P . (2015). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester 14, 133–138.
- Fitria, 2013. J. Chem. Inf. Model. 53, 1689–1699 PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT GELAS TERHADAP KETAHANAN BAKAR KOMPOSIT DENGAN MATRIX RIPOXY R-802 EX.
- Gibson, R.F., 2007. Principles of Composite Material Mechanics. Princ. Compos. Mater. Mech. <https://doi.org/10.1201/9781420014242>
- Imaliza, N., 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Papan Komposit Serat Tulang Daun Rumbia (Metroxylon sp) dengan Resin Epoksi.
- Lukkassen, D., Meidell, A., 2007. Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes.
- M. HENDRA S. GINTING, S., 2002. Pengendalian Bahan Komposit. Pengendali. Bahan Komposit 1–5.
- Miracle, D.B., Donaldson, S.L., Henry, S.D., Moosbrugger, C., Anton, G.J., Sanders, B.R., Hrivnak, N., Terman, C., Kinson, J., Muldoon, K., 2001. ASM handbook 21, 3470.

Nayiroh,2013, n.d. Teknologi Material Komposit.

Ojahan R, T., Cahyono, T., 2015. Analisis Serat Pelepah Batang Pisang Kepok Material Fiber Komposit Matriks Recycled Polypropylene (RPP) Terhadap Sifat Mekanik dan SEM. *Mechanical* 6, 64–70.
<https://doi.org/10.23960/mech.v6.i2.201509>

Sumono, A., Fatmawati, D.W.A., 2014. Penggunaan Matriks Composite Absorbable di Bidang Kedokteran Gigi. *Stomatognatic* 11, 16–22.

Triyono, 2019. Perancangan dan Pembuatan Cetakan Komposit Untuk Metode Vacuum Infusion Menggunakan Penekan Elastomer Bag.

Wagner, H.D., Phoenix, S.L., Schwartz, P., 1984. A Study of Statistical Variability in the Strength of Single Aramid Filaments. *J. Compos. Mater.* 18, 312–338. <https://doi.org/10.1177/002199838401800402>

Yudistira Dwinanto, A., Burhanuddin Muhammad, F., 2015. Analisa Perbandingan Karakteristik Bodi dan Chassis pada Prototype Kendaraan Listrik. *J. Rekayasa Mesin* 6, 101–105.
<https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.02.2>