

Volume 19, Nomor 1, Januari 2018

### DAFTAR ISI

Daftar Isi .....	i
Prakata .....	ii
<b>ANALISIS PENGARUH PEMBAKARAN BRIKET CAMPURAN AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI DENGAN MEMBANDINGKAN PEMBAKARAN BRIKET MASING-MASING <i>BIOMASS</i></b> <i>Tri Tjahjono, Abidin Rachman, Subroto</i> .....	1-6
<b>APLIKASI ALAT PENUKAR KALOR PADA TEKNOLOGI THERMAL ROOFING</b> <i>Subroto, Nurmuntaha, Aris Hartanto</i> .....	7-12
<b>PENGARUH KOMPOSISI KOMPON BAN DENGAN BATIKAN MIRING TERHADAP KOEFISIEN GRIP BAN PADA LINTASAN ASPAL PADA KONDISI BASAH DAN KERING</b> <i>Pramuko Ilmu Purboputro, Muh. Alfatih Hendrawan</i> .....	13-19
<b>PENGARUH STEARIC ACID PADA KARET ANGKATAN SEPEDA MOTOR TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK DENGAN KOMPOSISI 3Phr, 4Phr, 6Phr</b> <i>Masyrukan, Pramuko Ilmu Purboputro</i> .....	20-25
<b><i>REVERSE ENGINEERING BODY FENDER MOBILE SEMKARAJAWALI II DENGAN MEMBANDINGKAN HASIL PENGUKURAN DENGAN MENGUNAKAN COORDINATE MEASURING MANUAL MACHINE DAN LASER SCANNER ARTICULATED MEASUREMENT ARMS</i></b> <i>Akhmad Pujiono, Supriyono dan Joko Sedyono</i> .....	26-37
<b>THE EFFECTS OF PACK CARBURIZING USING CHARCOAL ON PROPERTIES OF MILD STEEL</b> <i>Supriyono</i> .....	38-42

## **PRAKATA**

*Assalamu'alaikum Warohmatullahi Waborakatuh*

Ba'da salam, alhamdulillahirobbil'alamiin puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Media Mesin Nomor 19 Volume 1, Januari 2018 ini bisa diselesaikan dan diterbitkan. Penerbit berharap Jurnal Media Mesin dapat terus berkembang dan menjadi rujukan keilmuan di bidang Teknik Mesin di Indonesia.

Pada terbitan ini disajikan 6 tulisan yang merata pada bidang konstruksi mesin dan bahan dan bidang konversi energi. Penerbit mengucapkan terimakasih banyak kepada penulis baik dari dalam maupun dari luar Jurusan Teknik Mesin UMS yang telah berkenan menerbitkan jurnal ilmiahnya di jurnal ini. Semoga kedepannya semakin banyak penerbitan artikel-artikel dari luar Jurusan Teknik Mesin UMS.

Sebagai penutup, semoga jurnal edisi ini dapat bermanfaat dan menjadi informasi atau rujukan keilmuan di Bidang Teknik Mesin. Penerbit tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga jurnal ini dapat diterbitkan.

*Wassalamu'alaikum Warohmatullohi Wabarokatuh*

Surakarta, Januari 2018

**Redaksi**

# ANALISIS PENGARUH PEMBAKARAN BRIKET CAMPURAN AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI DENGAN MEMBANDINGKAN PEMBAKARAN BRIKET MASING-MASING *BIOMASS*

Tri Tjahjono, Abidin Rachman, Subroto

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A.Yani Tromol PosI Pabelan Surakarta

email: tri\_tjahjono@ums.ac.id

## ABSTRAK

*Dewasa ini, harga bahan bakar semakin mahal dan tingkat pemakaian bahan bakar minyak bumi semakin meningkat, hal ini sudah terlihat pada fenomena yang terjadi dimana pengambilan minyak bumi yang dilakukan terus menerus yang mengakibatkan tipisnya cadangan minyak bumi yang ada. Oleh karena itu timbul pemikiran untuk membuat bahan bakar alternatif yang berasal dari campuran batubara dan sampah pertanian ( ampas tebu dan sekam padi).*

*Penelitian ini meneliti laju pembakaran pada bahan bakar padat, yaitu : pembakaran briket campuran batubara, ampas tebu dan sekam padi dengan membandingkan pembakaran briket masing- masing biomass dengan perbandingan campuran 50% batubara : 50 % Biomass, dengan kecepatan udara 0,3 m/s.*

*Dari penelitian didapatkan bahwa laju pembakaran briket tertinggi adalah pada pembakaran ampas tebu. Sedang penambahan ampas tebu kedalam sekam padi akan memperbaiki peforma pembakaran dari sekam, dimana sekam padi mempunyai pembakaran yang rendah, juga pencampuran kedua biomass tersebut akan memperbaiki polusi yang ditimbulkan.*

**Kata kunci : Batubara, Ampas tebu, Sekam padi, laju pembakaran**

## ABSTRACT

*Nowadays, the price of fuel is more expensive and the level of use of petroleum fuels increases, it is already seen in the phenomenon that occurs where petroleum extraction is done continuously resulting in the thinness of existing petroleum reserves, therefore thought arises to make alternative fuels derived from a mixture of coal and agricultural waste (bagasse and rice husks).*

*This study examined the combustion rate of solid fuels, namely: combustion of coal mixture briquettes, bagasse and rice husk by comparing the combustion of each briquettes biomass with 50% mixture ratio of coal: 50% Biomass, with air velocity 0.3 m / s.*

*It was found that the highest briquette combustion rate was at burning bagasse. Adding bagasse to rice husk will improve the burning performance of the husk, where the rice husk has low combustion, also mixing the two biomass will decrease the pollution..*

**Keywords: Coal, bagasse, rice husk, burning rate.**

## PENDAHULUAN

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menganalisa karakteristik pembakaran pada biobriket, yang mana dilakukan sebagai tolak ukur untuk pembuatan bahan bakar dari bahan yang mudah didapat dan efisien dalam penggunaannya. Dalam penelitian ini digunakan sampel sekam padi dan ampas tebu dikarenakan murah dan dapat menyiapkan bahan mentahnya serta dapat memanfaatkan batu bara yang berkualitas rendah menjadi bahan bakar yang berkualitas tinggi. Dalam penelitian ini akan dibuat briket dengan tiga jenis yang berbeda yaitu briket campuran 50% batubara dengan 50% sekam padi, 50% batubara dengan 50% ampas tebu dan 50% batubara dengan 25% sekam padi dan 25% ampas tebu, yang digunakan untuk meneliti karakteristik pembakaran *Biobriket* tersebut dan mengetahui seberapa besar kandungan polutannya.

## BATASAN MASALAH

Untuk menghindari melebarnya masalah, maka perlu adanya pembatasan masalah sebagai berikut:

Dalam penelitian ini masalah yang diteliti adalah Laju pengurangan massa, laju pembakaran dan temperatur *Biobriket* dalam proses pembakaran serta kandungan polutan yang ditimbulkannya.

## TUJUAN PENELITIAN

1. Mengolah sampah pertanian, yang selama ini kurang termanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif.
2. Memanfaatkan batubara yang banyak terdapat di Indonesia sebagai bahan bakar yang lebih baik.
3. Menentukan karakter pembakaran biobriket, termasuk dalam hal polusi yang mungkin ditimbulkan.

## DASAR TEORI

### Pembakaran Bahan Bakar Padat.

Pembakaran bahan bakar padat melalui tahapan-tahapan tertentu, tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengeringan  
Tahap awal yang terjadi dari proses pembakaran bahan bakar padat adalah pengeringan, yaitu suatu proses dimana ketika suatu partikel dipanaskan dengan dikenai temperatur tinggi atau radiasi api, air dalam bentuk *moisture* di permukaan bahan bakar tersebut akan menguap, sedangkan yang berada didalam bahan bakar akan mengalir keluar melalui pori-pori partikel dan menguap.
2. Devolatilisasi  
Yaitu proses bahan bakar mulai mengalami dekomposisi setelah terjadi pengeringan. Proses dekomposisi merupakan peristiwa pecahnya ikatan kimia secara termal dan *volatile matter* (yang merupakan hasil proses devolatilisasi) keluar dari partikel

### Faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat:

1. Ukuran partikel  
Waktu reaksi partikel tergantung pada diameter awalnya. Partikel yang lebih kecil ukurannya akan lebih cepat terbakar. Regland dan Yang, 1985( Dwi Aries. 2003 )
2. Kecepatan aliran udara  
Penelitian dari Tri Istanto (2003) menunjukkan bahwa laju pembakaran batubara dan sampah akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan

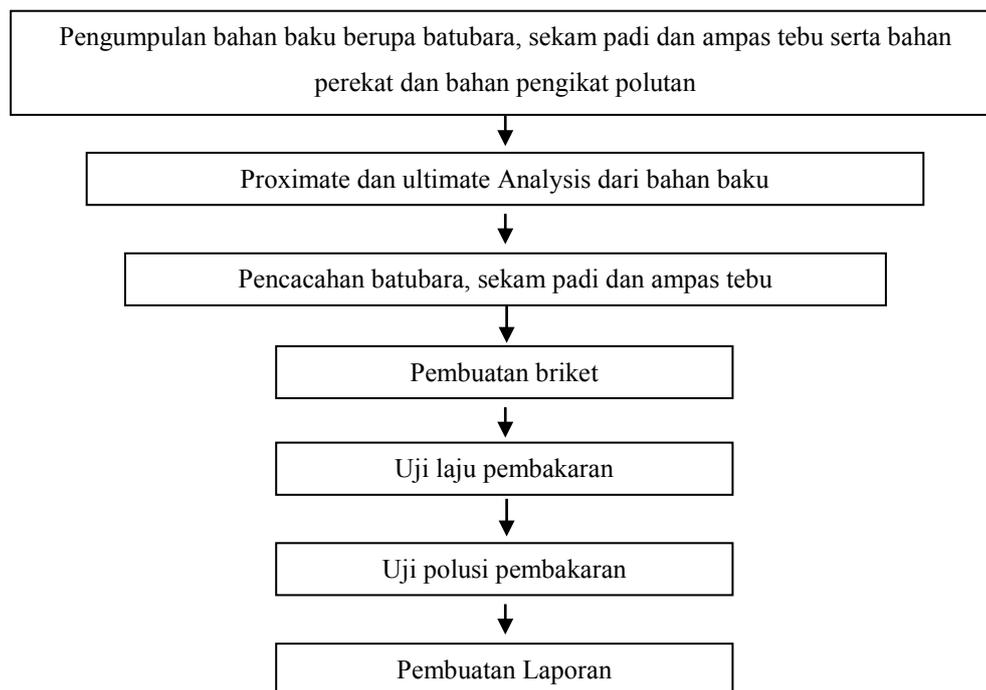
temperatur, hasil yang sama juga didapatkan dalam penelitian oleh Bateman et al (1995), Ragland dan Yang (1985). (Dwi Ariès, 2003)

### 3. Temperatur udara pembakaran

Pengaruh temperatur terhadap waktu pembakaran partikel berukuran mm telah diteliti oleh Bateman et al (1995), (Dwi Ariès, 2003), dimana waktu pembakaran akan berkurang dengan adanya kenaikan temperatur udara pembakaran. Hasil yang serupa didapat juga oleh Ragland dan Yang (1985), (Dwi Ariès, 2003) serta Tri Istanto, (2003)

## METODE PENELITIAN

Untuk memudahkan jalannya penelitian, maka dibuat suatu alur penelitian yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Flowchart penelitian

### Pengumpulan Bahan Baku

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Batubara yang ada di sekitar Surakarta.
- Ampas tebu yang di dapat dari PG Gondang Klaten.
- Sekam padi yang yang banyak terdapat di sekitar kita yang kurang termanfaatkan.
- Tepung kanji dan air sebagai bahan pengikat bahan biobriket, serta gamping untuk pengikat polutannya.
- Gas LPG, sebagai pemanas tungku.

### Peralatan Yang Digunakan

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian adalah alat pengepres briket. Alat ini dibuat dengan cara memodifikasi dongkrak hidrolik yang dipasang manometer yang berfungsi untuk mengetahui besarnya tekanan yang terjadi dalam dongkrak tersebut.

Disamping itu juga peneliti menggunakan alat pembakaran yang terdapat di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Gajah Mada..

Adapun Komposisi dan Variasi jenisnya sebagai berikut :

- 50% Batubara dan 50% Sekam padi
- 50% Batubara dan 50% Ampas tebu.
- 50% Batubara, 25% Sekam padi dan 25% Ampas tebu.

## HASIL PENELITIAN DAN KESIMPULAN

### Sifat-sifat Bahan Dasar

Tabel 1. Sifat-sifat bahan dasar

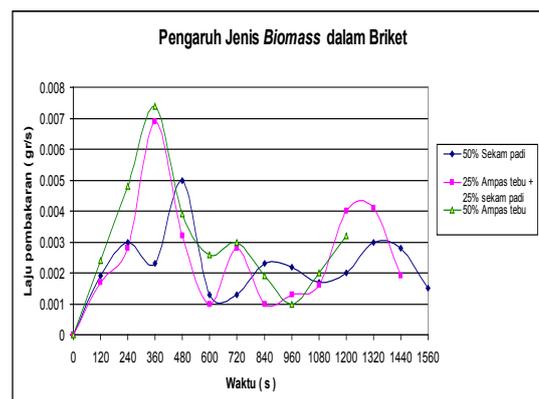
Sifat	Batu Bara	Sekam padi	Ampas tebu
Kadar air (%)	14,31	21.18	9.01
Kadar Abu (%)	2,02	2,67	20,71
Kadar Karbon (%)	69,53	3,5	3,64
Volatile Matter (%)	14,14	72,65	66,64
Nilai Kalor (Kal/Kg)	5289,395	3596,983	3283,797

Hasil diatas mengungkap bahwa nilai kalor *biomass* ampas tebu dan sekam padi yang diteliti relatif masih cukup besar sehingga masih dapat dilakukan proses pembakaran. Nilai kadar karbon tertinggi dimiliki oleh batubara dan terlihat untuk *biomass* ampas tebu dan sekam padi memiliki kadar karbon yang lebih rendah, nilai kadar karbon ini akan memegang peranan penting dalam hal polusi udara yang ditimbulkan selama proses pembakaran.

### Pengaruh Variasi Jenis Pembriketan Terhadap Laju Pengurangan Massa, Laju Pembakaran dan Temperatur *Biobriket*.

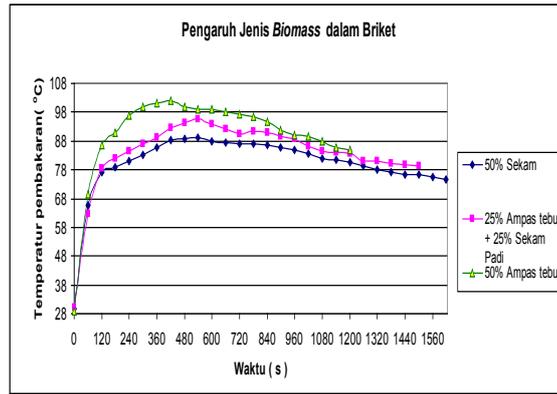
Efek variasi jenis pembriketan dalam pembakaran biobriket mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap perubahan laju pembakaran dan temperatur *Biobriket* itu sendiri.

Dalam gambar 5, 6 dan 7 berikut dibawah, akan disajikan pengaruh variasi jenis pembriketan terhadap Laju pengurangan massa, laju pembakaran dan temperature *Biobriket* dalam pembakaran.



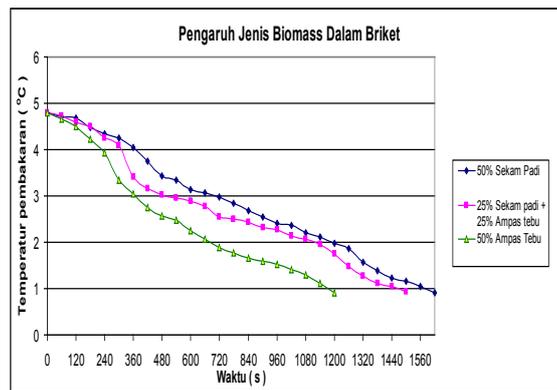
Gambar 2. Grafik pengaruh jenis pembriketan terhadap laju pengurangan massa.

Dari grafik diatas terlihat bahwa sekam padi mempunyai laju pembakaran yang rendah, sedangkan laju pembakaran yang tinggi adalah pembakaran ampas tebu, hal ini menunjukkan bahwa kandungan volatile berpengaruh terhadap laju pembakaran, namun pada biobriket campuran (sekam padi dan ampas tebu) menunjukkan laju pembakaran yang relatif tinggi.



Gambar 3. Pengaruh variasi tekanan pembriketan terhadap temperature *Biobriket*.

Dari grafik diatas terlihat bahwa pembakaran tertinggi adalah pembakaran ampas tebu sedang sekam padi mempunyai pembakaran yang rendah, hal ini menunjukkan bahwa kandungan volatile juga sangat berpengaruh terhadap pembakaran, namun hal yang menarik terlihat pada biobriket campuran (sekam padi dan ampas tebu) yang menunjukkan pembakaran yang relatif tinggi.



Gambar 4. Grafik pengaruh variasi jenis pembriketan terhadap laju pengurangan massa.

Dari grafik diatas terlihat bahwa penurunan massa pembakaran yang paling cepat adalah pada pembakaran ampas tebu dan yang paling lama pada sekam, sedang pencampuran antara kedua biomass menunjukkan pengurangan massa yang relatif lama.

### Polutan Pada Pembakaran Bahan Bakar

Tabel 2 Polutan Pada Pembakaran Biobriket

Jenis Briket	Jenis Polutan		
	HC (ppm)	CO (%)	NO <sub>x</sub> (%)
50% sekam padi	30	0.004	0.0048
50% Ampas tebu	110	0.0034	0.0038
25% sekam + 25% ampas	90	0.0038	0.0042

Dari grafik didapat bahwa penambahan ampas tebu kedalam sekam padi akan mengurangi polusi yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

1. Nilai kalor *biomass* ampas tebu dan sekam padi relatif tinggi sehingga masih dapat dilakukan pembakaran.
2. Penambahan ampas tebu kedalam sekam padi akan mempengaruhi karakter penurunan massa.
3. Penambahan ampas tebu kedalam sekam padi juga mempengaruhi karakter pembakaran biobriket.
4. Temperatur pembakaran tertinggi terjadi pada pembakaran *biobriket* campuran ampas tebu dan batubara.
5. Komposisi jenis dari *biobriket* sangat berpengaruh pada laju pembakaran.
6. Semakin lama laju pembakaran, temperature tertinggi yang dihasilkan semakin rendah.
7. *Volatile matter* sangat berpengaruh pada pembakaran briket.
8. Penambahan ampas tebu ke dalam sekam padi akan menurunkan kadar emisi  $\text{NO}_x$  dan CO.
9. Sebaliknya kadar HC yang tinggi dalam briket ampas tebu akan berkurang bila ditambah sekam padi.

## SARAN

1. Sebelum melakukan suatu penelitian kita harus mengontrol terlebih dahulu alat-alat yang dibutuhkan maupun yang digunakan apakah dalam kondisi layak difungsikan atau tidak. Jika ada suatu alat yang tidak berfungsi, maka segeralah untuk mencari penggantinya.
2. Pada saat melakukan suatu penelitian hendaklah kita harus hati-hati (sabar), teliti dan mempunyai etos kerja yang tinggi.
3. Bila melakukan penelitian di lain universitas, harus dapat menjaga nama almamater.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Himawanto, D.A, 2003, “*Pengolahan Limbah Pertanian menjadi Biobriket sebagai salah satu Bahan Bakar Alternatif*”
- [2] Naruse,I.,Gani,A.,Morishita,K.,2001, ‘*Fundamental Characteristic on Co-Combustion of Low Rank Coal with Biomass*’,Pittsburg coal Conf
- [3] Saptoadi,H 2004, ‘*Research Of Combustion Characteristics Of Fuel Briquettes Made From Wooden Saw And Lignite.*’
- [4] Sudradjat,R, 2001, ‘*The Potensial of Biomass Energy Resources in Indonesia for the Possible Development of Clean Technology Process (CPT)*, Jakarta
- [5] Sukandarumidi,1995, ‘*Batubara dan gambut*’, UGM Pres
- [6] Istanto,T 2003, ‘*Penelitian Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Terhadap Laju Pembakaran Campuran Briket Batubara Dengan Sampah Ban*’.
- [7] Istanto,T 2003, ‘*Penelitian Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Dan Temperature Udara Preheat Terhadap Laju Pembakaran Campuran Briket Batubara Dengan Sampah Ban*’.

## **APLIKASI ALAT PENUKAR KALOR PADA TEKNOLOGI THERMAL ROOFING**

**Subroto, Nurmuntaha, Aris Hartanto**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol PosI Pabelan Surakarta

*email: sub224@ums.ac.id*

### **ABSTRAK**

*Studi ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh material insulasi Glaswool, Styrofoam dan Aluminium foil terhadap besarnya kalor yang dikonduksikan atap fiber, utamanya pada atap rumah tangga. Penggunaan panas di bawah atap rumah masih sangat jarang dilakukan, dimana panas ini bisa dimanfaatkan untuk memanasi air hangat untuk mandi, atau sejenisnya.*

*Metoda yang dilakukan adalah dengan mengukur temperatur pada titik yang terdistribusi di ruang atap yang ada, kemudian menghitung aspek perpindahan panas yang terdistribusi meliputi volume di bawah atap tersebut.*

*Dari hasil penelitian diperoleh hasil kalor tertinggi yang dikonduksikan oleh atap fiber terdapat pada atap yang di dalamnya terdapat material insulasi Glaswool yaitu sebesar 1145,338 Watt, sedangkan pada aluminium foil sebesar 1045,338 Watt dan pada Styrofoam sebesar 1124,513 Watt. Oleh karena itu, kalor tertinggi pada ruang atap terdapat pada ruang atap dengan material insulasi Glaswool yaitu sebesar 1167,184 Watt, sedangkan Aluminium foil sebesar 1065,164 Watt dan styrofoam sebesar 1114,721 Watt.*

***Kata kunci: penukar kalor, konduksi, glasswool , stereofeam, aluminium foil.***

### **ABSTRACT**

*This study is aimed to determine the effect of Glaswool, Styrofoam and Aluminium foil insulation materials on the amount of heat that is conducted by fiber roof, primarily on the roof of the household. The use of heat under the roof of the house is still very rarely done, where this heat can be used to heat water for bathing.*

*The first step to perform this experiment is measure the temperature at points which are distributed in the existing roof space. After that, we calculate the distributed heat transfer on all volume under the roof.*

*The result shows that the highest heat conduction is 1145.338 Watt, produced by Glaswool insulation, while the aluminum foil is 1045,338 Watt and the Styrofoam is 1124,513 Watt. Therefore, the highest heat in roof space is in the roof space with Glaswool insulation material which is 1167,184 Watt, while Aluminium foil is 1065,164 Watt and Styrofoam is 1114,721 Watt.*

***Keywords: heat exchanger, conduction, glasswool, stereofeam, aluminum foil.***

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan di muka bumi ini, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sangat memprihatinkan misalnya hampir semua kegiatan sehari-hari dalam bidang industri, rumah tangga dan transportasi menggunakan 75% bahan bakar fosil. Sedangkan saat ini ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis yang disebabkan untuk mendapatkan minyak bumi dibutuhkan waktu yang sangat lama. Pembakaran bahan bakar fosil sendiri mengakibatkan polusi gas dan efek rumah kaca (terutama gas CO<sub>2</sub>). Ketidakstabilan harga bahan bakar fosil yang cenderung naik terus menerus akibat dari permintaan kebutuhan bahan bakar fosil lebih besar dari pada produksi bahan bakar fosil itu sendiri menjadi permasalahan yang akan terus dihadapi selama kita masih menggunakan bahan bakar fosil.

Untuk daerah Indonesia yang sesuai untuk mensubstitusi sumber energi dari bahan bakar fosil adalah energi surya karena Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang sepanjang tahun selalu mendapat sinar matahari. Selain itu energi surya memiliki keunggulan yaitu energi yang tidak polutif, bersifat kontinyu dan tersedia dialam bebas dalam jumlah yang sangat besar. Semua itu merupakan alasan utama dalam pengembangan dan pemanfaatan energi surya. Maka yang diperlukan sekarang adalah bagaimana dapat memanfaatkan sumber energi matahari sebagai energi alternatif untuk mensubstitusi sumber energi dari bahan bakar fosil.

## TUJUAN PENELITIAN

- a. Mengetahui pengaruh material insulasi *Glaswool*, *Styrofoam* dan *Aluminium Foil* terhadap besarnya kalor yang dikonduksikan atap *Fiber*.
- b. Mengetahui besarnya kalor yang dikonduksikan material insulasi *Glaswool* dan *Styrofoam* serta seberapa besarkah kalor yang diserap oleh material insulasi *Aluminium Foil* sebagai kalor yang hilang.
- c. Mengetahui pengaruh material insulasi *Glaswool*, *Styrofoam* dan *Aluminium Foil* terhadap besarnya kalor yang terdapat pada ruang atap.

## TINJAUAN PUSTAKA

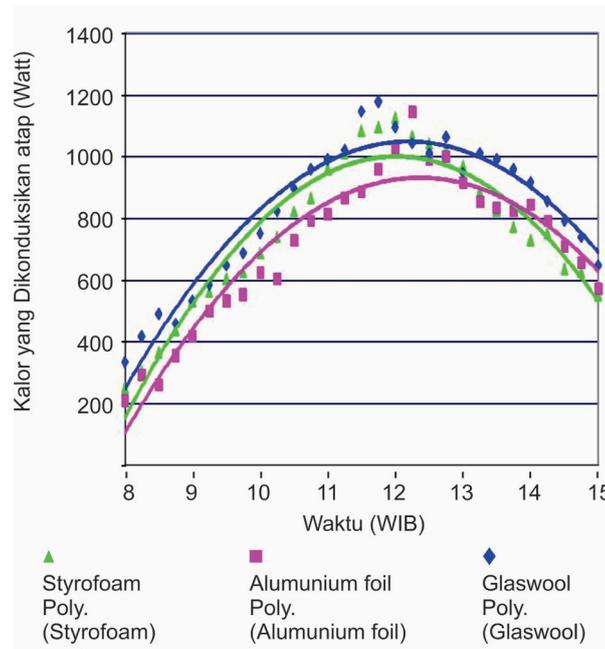
Archibald (2003), mengadakan penelitian mengenai BIST (Building Integrated Solar Thermal) dengan menggunakan teknik pengumpulan panas. John Archibald membuat *solar thermal roofing* sebagai suatu aplikasi dari proses penyerapan dan pengumpulan energi matahari melalui atap rumah. Sistem *thermal roofing* ini bertujuan untuk mengurangi biaya produksi dalam mendapatkan energi panas. Dalam penelitiannya John Archibald menggunakan material atap yang berbeda-beda yaitu logam, kaca, dan plastik dan dengan formasi pemasangan yang berbeda. Dengan variasi tersebut sistem *thermal roofing* dapat menyuplai energi panas pada ruangan-ruangan dengan kapasitas sendiri-sendiri seperti yang diinginkan.

Astaputra (2007) melakukan penelitian tentang teknologi *thermal roofing* pada bulan April. Hasil yang didapatkan yaitu semakin kecil sudut kemiringan atap semakin besar temperatur pada ruang atap, dengan demikian kalor yang dapat diserap pun menjadi besar. Atap dengan sudut kemiringan 35° mampu menyerap panas paling besar jika dibandingkan dengan sudut 40° dan 45° karena semakin kecil sudut kemiringan atap semakin besar luas permukaan atap yang terkena radiasi matahari. Selain itu dapat diketahui pula posisi atap terhadap matahari akan mempengaruhi besarnya temperatur pada ruang atap. Posisi atap yang dapat menyerap kalor paling besar jika atap diposisikan menghadap timur karena jumlah radiasi matahari yang dapat diserap pada posisi tersebut lebih besar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Astaputra (2007) tentang teknologi *thermal roofing* belum menunjukkan hasil yang maksimum. Hal tersebut dikarenakan karena pada ruang atap yang diteliti

tidak tertutup secara maksimal, hal ini memungkinkan adanya aliran udara yang masuk ke ruangan atap. Tidak adanya material insulasi di dalam ruangan atap memungkinkan terjadinya pelepasan kalor. Selain itu hasil pengukuran belum maksimal hal ini dikarenakan pengukuran menggunakan thermometer manual yang tingkat keakurasiannya rendah serta mudah terpengaruh udara luar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Material Insulasi *Glaswool*, *Alumunium Foil* dan *Styrofoam* Pada *Thermal Roofing* Terhadap Kalor yang Dikonduksikan Atap Fiber



Gambar 1. Pengaruh Material Insulasi Pada *Thermal Roofing* Terhadap Kalor yang Dikonduksikan Atap Fiber

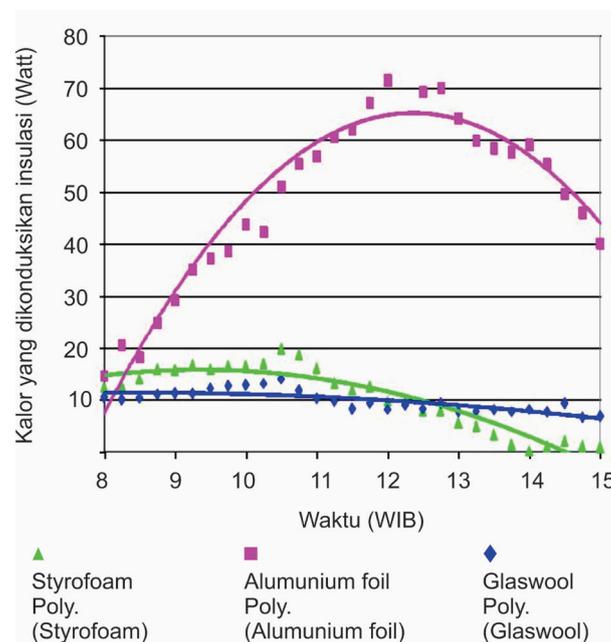
Mulai jam 08.00 WIB sudah ada kalor yang dikonduksikan atap fiber, seiring dengan penambahan waktu terjadi peningkatan kalor yang diterima *thermal roofing* hingga mencapai kalor maksimal yang dikonduksikan atap fiber pada kisaran waktu 11.30-12.15 WIB dikarenakan adanya peningkatan intensitas sinar matahari. Selanjutnya seiring dengan penambahan waktu terjadi penurunan kalor yang dikonduksikan atap karena adanya penurunan intensitas sinar matahari. Atap fiber yang di dalamnya terdapat material insulasi *Glaswool* dapat mengkonduksikan kalor lebih besar dibandingkan dengan atap fiber yang di dalamnya terdapat material insulasi *Styrofoam* maupun *alumunium foil*. Kalor maksimal yang dikonduksikan atap fiber dengan material insulasi *Glaswool* yaitu sebesar 1176,338 Watt, Kalor maksimal yang dikonduksikan atap fiber dengan material insulasi *Styrofoam* yaitu sebesar 1124,513 Watt, dan Kalor maksimal yang dikonduksikan atap fiber dengan material insulasi *alumunium foil* yaitu sebesar 1045,338 Watt.

### Pengaruh Material Insulasi *Glaswool*, *Alumunium Foil* dan *Styrofoam* Pada *Thermal Roofing* Terhadap Kalor yang Dikonduksikan Material Insulasi

Kalor yang dikonduksikan insulasi semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu hingga mencapai kalor maksimal pada kisaran waktu 11.45-12.15 WIB yang dikarenakan

adanya peningkatan nilai gradien temperatur material insulasi. Selanjutnya seiring dengan penambahan waktu terjadi penurunan kalor yang dikonduksikan insulasi karena adanya penurunan nilai gradien temperatur insulasi. Penurunan kalor yang dikonduksikan *Glaswool* lebih sedikit dan stabil penurunannya dibandingkan dengan *Styrofoam* maupun *Alumunium foil*, hal ini dikarenakan *Glaswool* memiliki kemampuan *thermal storage* yang lebih tinggi dibandingkan dengan material insulasi *Styrofoam* maupun *Alumunium foil*.

Pada material insulasi *Glaswool* kemampuan konduktifitasnya paling rendah dalam menghantarkan kalor dibandingkan dengan material insulasi *Styrofoam* maupun *Alumunium foil*. Ini berarti *Glaswool* paling bagus digunakan sebagai insulasi karena semakin kecil mengkonduksikan kalor maka semakin kecil pula kalor yang akan terbuang keluar. Kalor maksimal yang dikonduksikan material insulasi *Glaswool* yaitu sebesar 13,076 Watt sedangkan kalor maksimal yang dikonduksikan material insulasi *Styrofoam* adalah sebesar 19,773 Watt dan kalor maksimal yang dikonduksikan material insulasi *Alumunium foil* adalah sebesar 80,173 Watt.



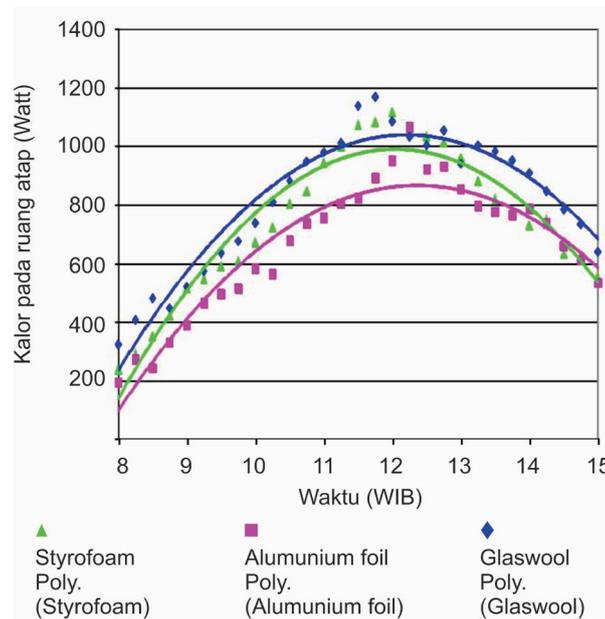
Gambar 8. Pengaruh Material Insulasi Pada *Thermal Roofing* Terhadap Kalor yang Dikonduksikan Insulasi

### Pengaruh Material Insulasi *Glaswool*, *Alumunium foil* dan *Styrofoam* Pada *Thermal Roofing* terhadap Kalor pada Ruang Atap

Ketika memulai penelitian jam 08.00 WIB sudah ada kalor yang terdapat pada ruang atap hasil dari radiasi matahari, seiring dengan penambahan waktu terjadi peningkatan kalor pada ruang atap yang dikarenakan adanya peningkatan intensitas sinar matahari hingga mencapai kalor maksimal. Pada ruang atap dengan material insulasi *Glaswool* memiliki kalor ruangan tertinggi pada jam 11.45 WIB sebesar 1167,184 Watt, sedangkan material insulasi *Styrofoam* memiliki kalor ruangan tertinggi pada jam 12.00 WIB sebesar 1114,721 Watt dan material insulasi *Alumunium foil* memiliki kalor ruangan tertinggi pada jam 12.15 WIB sebesar 1065,164 Watt . Selanjutnya seiring dengan penambahan waktu terjadi trend penurunan kalor pada ruang atap karena adanya penurunan intensitas sinar matahari.

Pada ruang atap dengan material insulasi *Glaswool* memiliki kalor ruangan yang lebih besar dibandingkan dengan ruang atap dengan material insulasi *Styrofoam* maupun *Alumunium foil*. Hal ini dikarenakan kemampuan *Glaswool* dalam mengkonduksikan kalor

lebih rendah sehingga tidak banyak kalor yang terbuang. Sedangkan pada *aluminium foil* kalor pada ruang atap lebih rendah karena banyak kalor yang terbuang atau yang terserap didalamnya.



Gambar 9. Pengaruh Material Insulasi *Glaswool*, *Alumunium foil* dan *Styrofoam* Terhadap Kalor Pada Ruang Atap

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Kalor tertinggi yang dikonduksikan oleh *Atap fiber* terdapat pada atap yang di dalamnya terdapat material insulasi *Glaswool* yaitu sebesar 1145,338 Watt, sedangkan pada *aluminium foil* sebesar 1045,338 Watt dan pada *Styrofoam* sebesar 1124,513 Watt.
2. Pada material insulasi semakin kecil kalor yang dikonduksikan semakin kecil kalor yang akan terbuang keluar. Sehingga Kalor maksimal yang dikonduksikan material insulasi *Glaswool* yaitu sebesar 13,076 Watt adalah yang paling kecil dibandingkan dengan *Alumunium foil* sebesar 80,173 Watt dan *styrofoam* sebesar 19,773 Watt .
3. Kalor tertinggi pada ruang atap terdapat pada ruang atap dengan material insulasi *Glaswool* yaitu sebesar 1167,184 Watt, sedangkan *Alumunium foil* sebesar 1065,164 Watt dan *styrofoam* sebesar 1114,721 Watt .

## SARAN

1. Perlu adanya pengoptimalisasian insulasi dari suatu model *thermal roofing*, sehingga pelepasan kalor dapat diminimalisir.
2. Perlu adanya pengoptimalisasian dari suatu model *thermal roofing*, sehingga kalor yang terdapat pada ruang atap dapat dimanfaatkan secara optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustinus, D., 2007, *Kebutuhan Energi Dunia*, <http://don85.wordpress.com>, diakses tanggal 31 Mei 2008 jam:20.00

- [2] Archibald, J., 2003, *Building Integrated Solar Thermal Roofing System History, Currents Status, And Future Promise*, American Solar Roofing Company, America.
- [3] Astapura, P.M., 2007, *Analisa Thermal Roofing Menggunakan Material Asbes Dengan Variasi Sudut Dan Orientasi Arah Matahari*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Colon, C.J., 2001, *Roof Integrated Solar Absorbers: The Measured Performance of Invisible Solar Collector*, National Renewable Energy Laboratory, Colorado
- [5] Culp, A.W., 1996, *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*, terjemahan Darwin Sitompul, Erlangga, Jakarta.
- [6] Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi, 2001; ZREU, 2000.
- [7] Holman, J.P., 1993, *Perpindahan Kalor*, Erlangga, Jakarta.
- [8] Kadir, A., 1995, *Energi*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [9] Kreith, F., 1994, *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*, Erlangga, Jakarta.
- [10] Yulianto, B., 2007, *Krisis Energi di Indonesia*, [http/www. Berita iptek.com](http://www.Berita iptek.com), diakses tanggal 31 Mei 2008 jam:20.30

# **PENGARUH KOMPOSISI KOMPON BAN DENGAN BATIKAN MIRING TERHADAP KOEFISIEN GRIP BAN PADA LINTASAN ASPAL PADA KONDISI BASAH DAN KERING**

**Pramuko Ilmu Purboputro, Muh.Alfatih Hendrawan**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro

*email : pip272@ums.id*

## **ABSTRAK**

*Penelitian ini adalah penelitian awal yang bertujuan yang pada akhirnya untuk mendapatkan koefisien grip. Penelitian ini untuk mendapatkan komposisi bahan yang tepat untuk bahan karet luar ban dan penelitian dilanjutkan untuk mendapatkan angka koefisien cengeram (grip) ban pada batikan panah.*

*Metoda yang dilakukan adalah dengan mencampur komponen ban, dengan komposisi yang berbeda. Spesimen tersebut kemudian dilakukan percobaan kekerasan shore dan percobaan keausan. Hasil yang didapat dibandingkan bahan kompon yang sudah ada di pasaran.*

*Dari penelitian ini didapat kompon variasi 1 dengan komposisi 30% carbon black dan 2% sulfur dari jumlah seluruh komposisi kompon, menghasilkan harga koefisien grip sebesar 0,761 kondisi lintasan kering dan 0,718 pada kondisi lintasan basah. Selain itu, penambahan carbon black dan sulfur juga berpengaruh pada kekerasan. Pada pengujian shore A terbesar pada kompon variasi 3 sebesar 71,17 dengan komposisi 33% carbon black dan 2,2 % sulfur.*

***Kata kunci: komposit karet, bahan ban luar, kekerasan, keausan.***

## **ABSTRACT**

*This study is a preliminary research aimed to obtain grip coefficients. This research objective is to get the right material compositions for tire rubber material and it is continued to get the coefficient of grip of tire on the arrow batik.*

*The used method was mixing the tire components with different compositions. The specimens subjected to shore hardness experiments and wear and tear experiments. The obtained results were compared to the compound materials that already exist in the market.*

*From this research, it can be showed that the compound of variation with the composition of 30% carbon black and 2% sulfur from the total composition of the compound resulted in grip coefficient value of 0.761 on dry track conditions and 0.718 on wet track conditions. In addition, black and sulfur carbon enhancers also have an effect on hardness. In shore A test, the largest hardness is 71.17 on compound variation 3 with a composition of 33% carbon black and 2.2% sulfur.*

***Keywords: rubber composite, tire material, hardness, wear and tear.***

## PENDAHULUAN

Komposisi bahan adalah yang paling berpengaruh langsung terhadap kualitas yang akan dihasilkan. Sampai saat ini karet masih unsur utama dari sebuah ban. Hampir semua ban merupakan produk karet. Ini karena bahan karet tidak cepat menyerap panas. Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan ban ini terdiri dari kawat untuk tepi ban (mempengaruhi grip ban. Jenis jalan aspal, semen, batu dank ondisi jalan bead wire), kain ban (terbuat dari tekstile dan jalinan kawat baja), tepung karbon (carbon black), sulfur (belerang) dan kompon. (Wikipedia, 2012).

Menurut Abednego (1979) kompon karet adalah campuran karet mentah dengan bahan-bahan kimia yang belum divulkanisasi. Proses pembuatan kompon adalah pencampuran antara karet mentah dengan bahan kimia karet (bahan aditif). Karet sintesis adalah karet yang berasal dari hasil samping pengolahan minyak bumi yang kemudian melalui reaksi polimerisasi menjadi suatu material baru yang sifatnya mendekati sifat karet alam. Bahan kimia yang digunakan untuk meningkatkan sifat fisis karet dalam pembuatan kompon adalah bahan anti degranasi, *filler* (bahan pengisi), Anti oksidan, bahan pelunak dan bahan kimia lainnya. Ban kendaraan terbuat dari karet karena sifatnya yang lentur dan elastis. Elastis adalah keadaan benda dimana jika ditekan akan kembali ke bentuk semula.

## TUJUAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini yaitu mengolah karet alam dicampur dengan bahan-bahan pendukung lainnya dengan beberapa variasi perbandingan komposisi untuk membuat lapisan ban luar dengan tujuan, diantaranya:

1. Mempelajari pengaruh komposisi kompon pada koefisien grip dengan lintasan aspal dalam kondisi basah dan kering dengan batikan panah.
2. Mempelajari perbandingan hasil pengujian kekerasan dan keausan bahan ban antara variasi kompon buatan dengan kompon dipasaran pada lintasan Aspal

## MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk :

1. Mengetahui cara dan bahan dalam pembuatan kompon ban.
2. Mengetahui campuran komposisi kompon yang tepat untuk mendapatkan koefisien grip ban yang baik, dari penelitian kekerasan dan keausannya.
3. Mengetahui perbandingan dari berbagai variasi komposisi kompon untuk koefisien grip pada lintasan aspal dalam kondisi kering dan basah.

## TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dalam bidang kompon telah mengungkapkan bahwa penggunaan belerang 30- 50 phr secara garis besar dapat menaikkan tegangan putus dan kekerasan karet ebonit. Sedangkan penggunaan riklim sampai dengan 40 phr atau perbandingan RSS sampai dengan 60/40 dapat meningkatkan sifat tegangan putus dan kekerasan karet ebonit. Baik penggunaan belerang 30-50 phr maupun penggunaan riklim 20-40 menghasilkan perpanjangan putus yang tetap. Komposisi karet ebonit optimum dicapai pada penggunaan belerang 30phr. Dengan ini maka semakin tinggi prosentase penambahan beleran akan mengakibatkan peningkatan sifat tegangan putus dan kekerasan pada karet ebonit (Setyowati, dkk, 2004).

Grip dapat ditingkatkan dengan dua cara yaitu meningkatkan gaya vertikal dan meningkatkan koefisien gesek antara ban dan aspal. Karena permukaan aspal adalah besaran konstan yang tidak bisa diubah, satu-satunya cara memperbaiki koefisien gesek adalah dengan memperbaiki kualitas kompon ban. Koefisien gesek kompon ban ini fungsi dari temperatur.

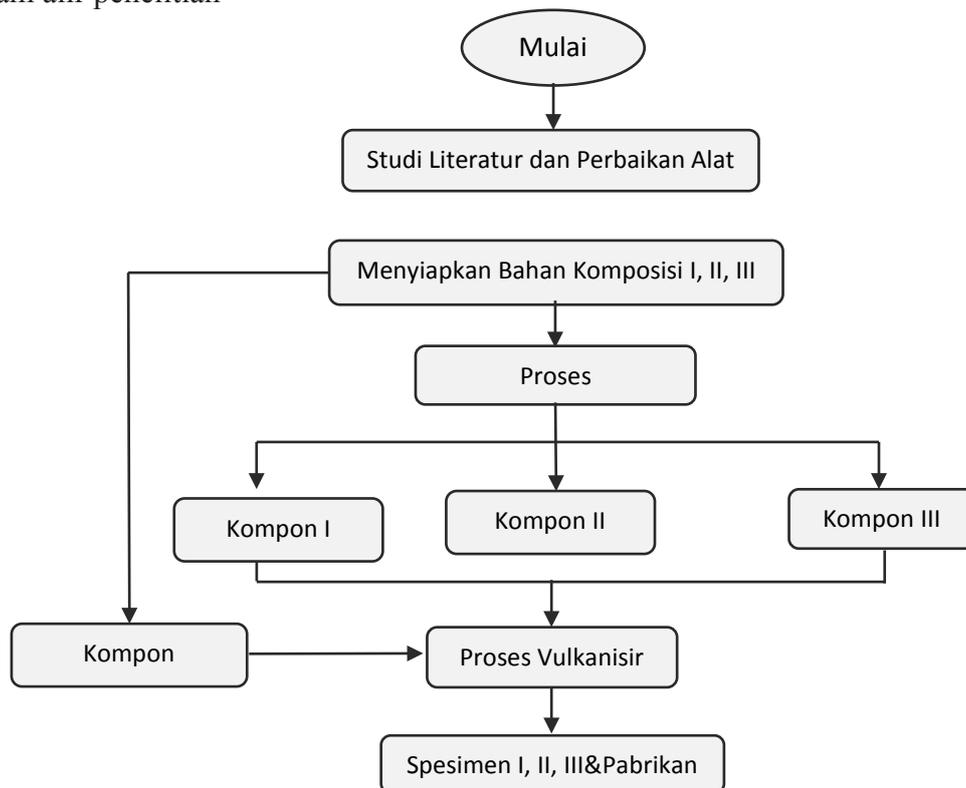
Kondisi terbaik biasanya dicapai kompon ban pada temperatur antara 85°C sampai 100°C. Kualitas kompon juga tergantung dari jenis karetnya. Semakin keras kompon biasanya kualitas gripnya menurun, tetapi ketahanan terhadap ausnya meningkat. Kondisi ideal tentu saja apabila para pabrikan ban bisa membuat kompon yang keras tetapi mempunyai grip yang baik. (Daroyni roy,2008).

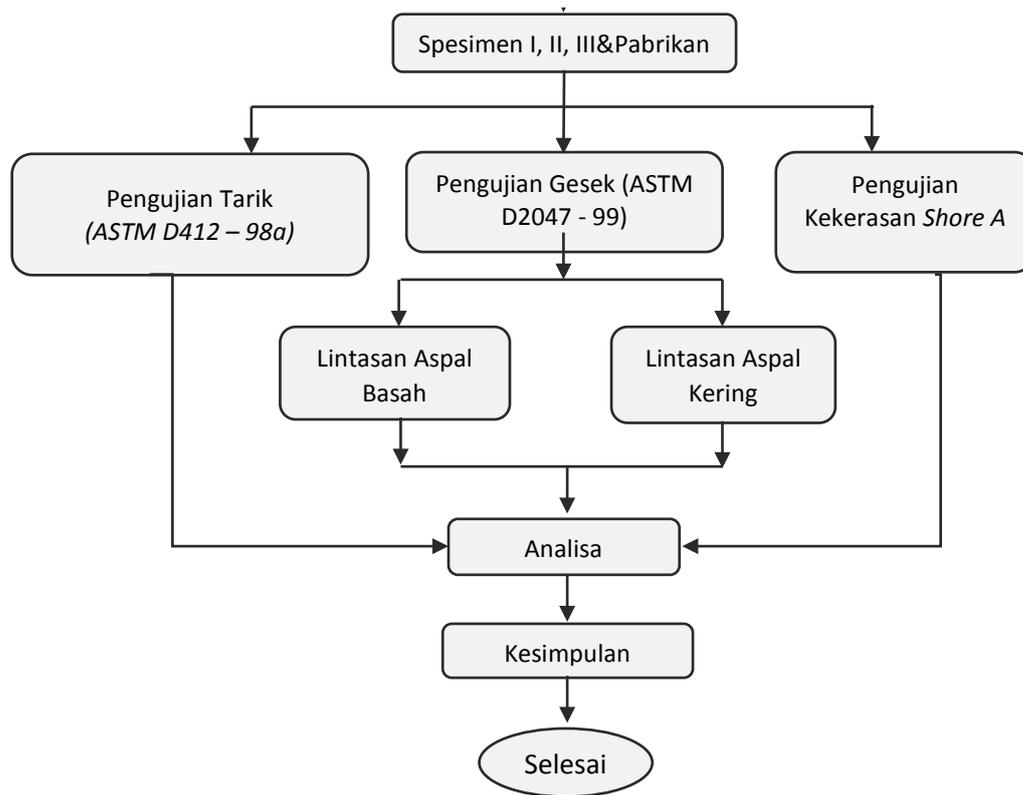
Amraini, dkk (2009). Judul penelitiannya “Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene”. Penelitian ini mempelajari pengaruh komposisi dan teknik penambahan filler carbon black (CB) terhadap sifat tensile dan morfologi dalam campuran natural rubber/polypropylene (NR/PP). Hasil yang didapat adalah penggunaan *Two Roll-Mixer* dapat meningkatkan sifat tensile campuran NR/PP. Kesamaan dengan peneliti adalah pada alat yang digunakan yaitu peralatan untuk pembuatan kompon karet, yaitu *Two-roll Mixing Mill*. Kesamaan bahan yang dipakai adalah penggunaan karet alam. Karet alam yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis SIR-20 dengan *Money Viscosity* 70 pada 100°C. Sedangkan penulis karet alamnya adalah natural rubber jenis RSS. filler CB dimana CB dan NR dicampur terlebih dahulu.

Dalam penelitian ini dibutuhkan variasi komposisi kompon yang dipadukan dengan sulfur dan karbon hitam untuk memperoleh hasil yang diinginkan. (Riyadhi Adi, 2008) maka untuk menaikkan koefisien gesek dengan memperbaiki kualitas dari komposisi kompon ban. Dalam penelitian ini dibutuhkan variasi komposisi kompon yang dipadukan dengan sulfur dan karbon hitam untuk memperoleh hasil yang diinginkan. (Riyadhi Adi, 2008)

## METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian



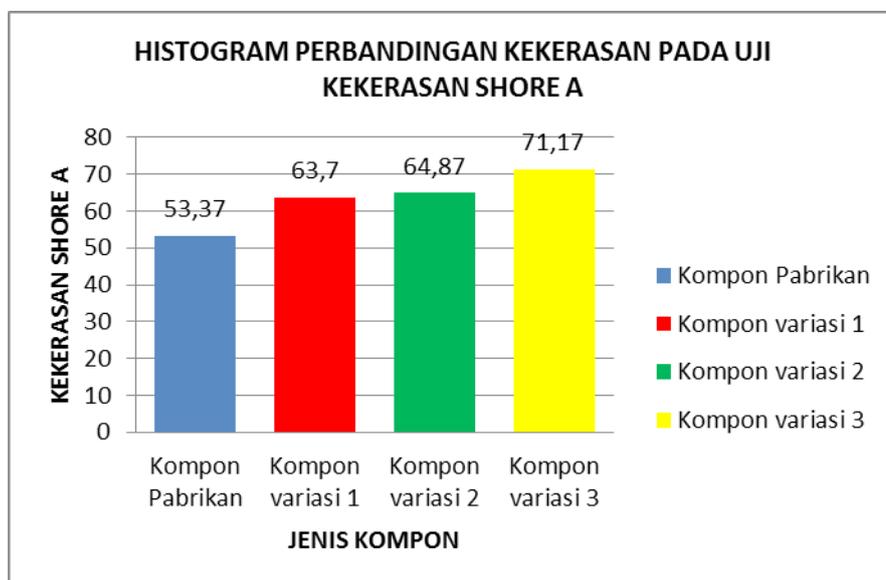


Gambar 1. Skema Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian

#### Hasil Studi Uji Kekerasan rata – rata



Gambar 2. Histogram antara jenis kompon dan nilai kekerasan Shore A

Histogram perbandingan Jenis kompon terhadap nilai kekerasan Shore A dengan Standart metoda uji SNI. 0778 – 2009, butir 6.2.2. Didapatkan hasil studi sebagai berikut : nilai kekerasan untuk Kompon Pabrik sebesar 53.37, nilai kekerasan Kompon variasi 1 sebesar 63.7, nilai kekerasan Kompon variasi 2 sebesar 64.87 dan nilai kekerasan komponen

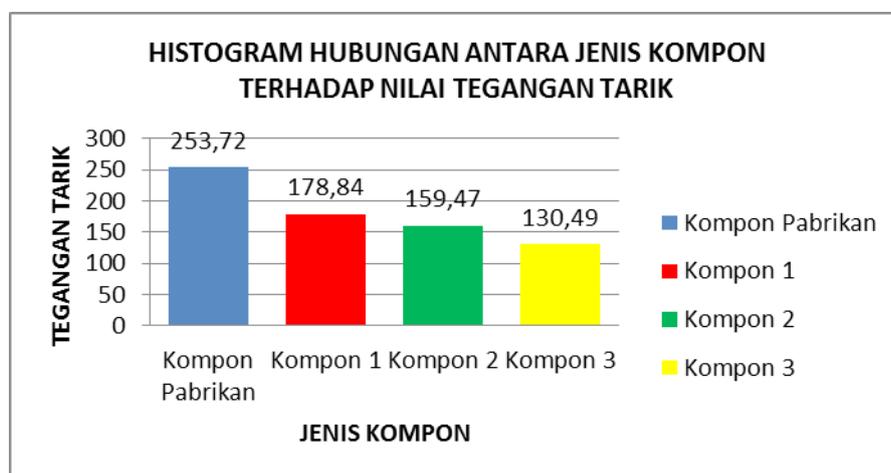
variasi 3 sebesar 71.17. Maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kompon buatan 1,2 dan 3 memiliki nilai kekerasan diatas kompon pabrikan.

Dilihat dari besarnya kekerasan shore A, kompon variasi 3 memiliki kekerasan yang paling tinggi, karena penggunaan carbon black yang lebih banyak sebagai bahan pengisi berperan penting pada kekerasan dan keuletan. Boonstra, 2005 menjelaskan bahwa carbon black dapat memperbesar volume karet, memperbaiki sifat fisis karet dan memperkuat vulkanisasi. Selain itu, penggunaan sulfur juga mempengaruhi kekerasan kompon. Hal ini sesuai dengan percobaan yang dilakukan Rahmani dkk. Penggunaan sulfur yang tepat akan menghasilkan kekerasan yang tinggi sesuai kebutuhan.

### Hasil Uji Tarik

Pada gambar 3, hasil uji tarik kompon pabrikan didapatkan nilai sebesar 253,72 kgf/cm<sup>2</sup>, kompon variasi buatan 1 memiliki tegangan tarik dengan nilai 178,84 kgf/cm<sup>2</sup>, kompon variasi buatan 2 memiliki tegangan tarik dengan nilai 159,47 kgf/cm<sup>2</sup>, kompon variasi buatan 3 memiliki tegangan tarik dengan nilai 130,49 kgf/cm<sup>2</sup>.

Dengan demikian dapat kita simpulkan dari pengujian tarik kompon variasi buatan No. 1,2,3 dan kompon pabrikan untuk nilai tegangan tarik rata-rata tertinggi dimiliki kompon pabrikan dengan tegangan tarik sebesar 253,72 kgf/cm<sup>2</sup> sedangkan untuk kompon variasi buatan yang memiliki tegangan tarik tertinggi yaitu kompon variasi buatan No.1 dengan nilai 178,84 kgf/cm<sup>2</sup> dan tegangan tarik yang terendah adalah kompon variasi buatan No.3 dengan nilai 130,49 kgf/cm<sup>2</sup> jadi kompon buatan yang mendekati nilai tegangan tarik dengan kompon pabrikan yaitu kompon variasi buatan No.1 dengan nilai tegangan tarik 178,84 kgf/cm<sup>2</sup>. Penambahan filler black carbon secara signifikan dapat meningkatkan sifat tensil, hasil didukung penelitian sebelumnya oleh Amraini, dkk (2009) dengan judul penelitiannya "Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene".

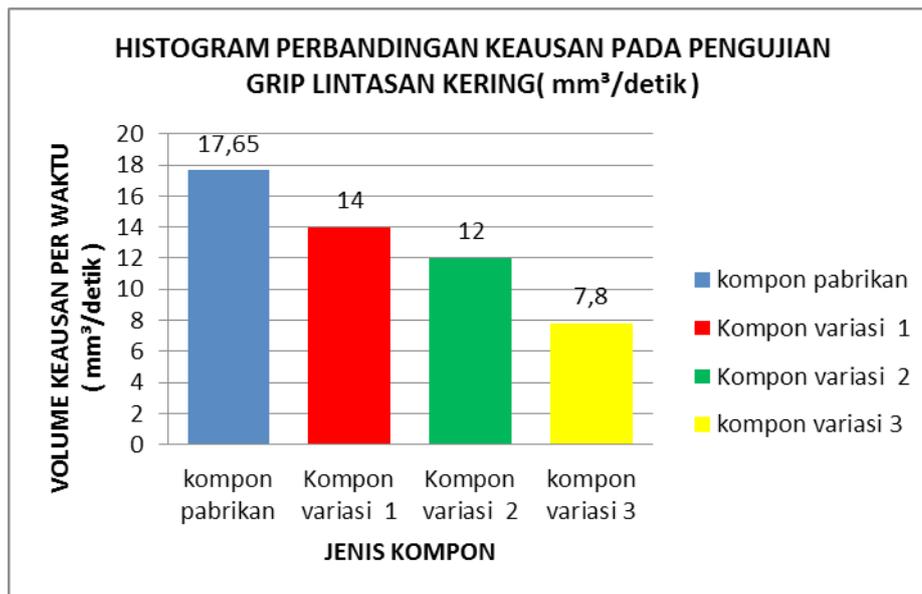


Gambar 3. Histogram Hubungan Antara Jenis Kompon terhadap Nilai Beban Tarik

### Hasil Uji Gesekan pada Aspal

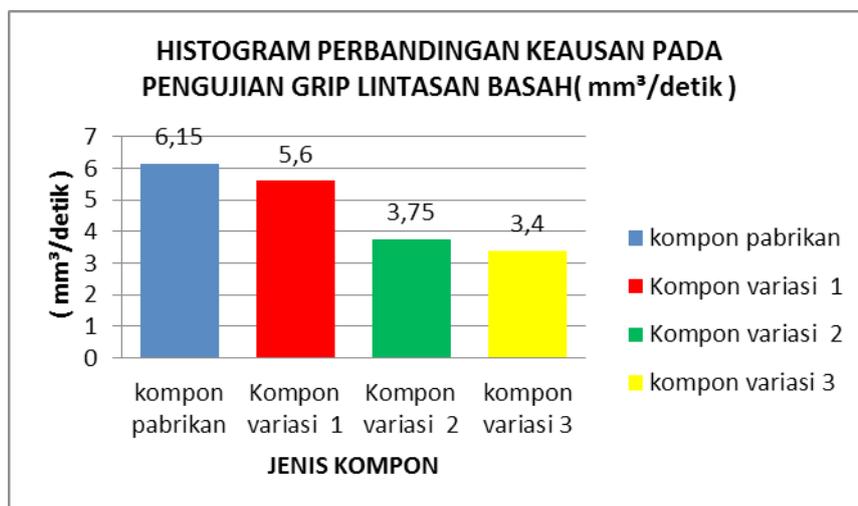
#### *Hasil Perhitungan Volume Keausan*

Di bawah ini merupakan tabel yang memuat data tingkat keausan produk kompon yang telah dilakukan pengujian gesek pada lintasan aspal dalam kondisi lintasan kering



Gambar 4. Histogram hubungan jenis komponen terhadap keausan rata-rata pada kondisi kering

Pada pengujian grip lintasan kering, komponen pabrikan memiliki nilai keausan lebih tinggi yaitu 17,65 mm<sup>3</sup>/detik. Pada pengujian yang sama, komponen variasi 1 dan komponen variasi 2 memiliki nilai keausan dibawah komponen pabrikan yaitu masing – masing 14 mm<sup>3</sup>/detik dan 12 mm<sup>3</sup>/detik. Sedangkan komponen variasi 3 memiliki nilai keausan yang paling rendah dari komponen pabrikan yaitu 7,8 mm<sup>3</sup>/detik.



Gambar 5. Histogram hubungan jenis komponen dengan keausan rata-rata pada kondisi basah

Pada pengujian grip lintasan basah, komponen pabrikan memiliki nilai keausan lebih tinggi yaitu 6,15 mm<sup>3</sup>/detik. Pada pengujian yang sama, komponen variasi 1 memiliki nilai keausan yang rendah yaitu 5,6 mm<sup>3</sup>/detik. Sedangkan komponen variasi 2 dan komponen 3 memiliki nilai keausan yang hampir sama yaitu masing masing 3,75 mm<sup>3</sup>/detik dan 3,4 mm<sup>3</sup>/detik.

## KESIMPULAN

Dari studi yang dilakukan penulis dapat menarik kesimpulan, yaitu :

1. Penambahan carbon black dan sulfur pada spesimen komponen mengalami perubahan terhadap koefisien grip ban. Pada komponen variasi 1 dengan komposisi 30% carbon black

dan 2% sulfur dari jumlah seluruh komposisi kompon, menghasilkan harga koefisien grip sebesar 0,761 kondisi lintasan kering dan 0,718 pada kondisi lintasan basah. Selain itu, penambahan carbon black dan sulfur juga berpengaruh pada kekerasan. Pada pengujian shore A terbesar pada kompon variasi 3 sebesar 71,17 dengan komposisi 33% carbon black dan 2,2 % sulfur.

2. Pada pengujian grip kering dan basah, dari ketiga variasi kompon didapatkan harga koefisien grip tertinggi pada kompon variasi 1 dan terendah pada kompon variasi 3. Koefisien grip yang terjadi pada pengujian lintasan aspal basah lebih rendah dibandingkan dengan kondisi lintasan kering, hal ini disebabkan ada lapisan air pada kedua sisi yang bergesekan sehingga mempengaruhi suhu dan mengurangi daya rekat kompon terhadap lintasan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim., *Sejarah karet alam di Indonesia*. Diakses tanggal [18 juli 2013 jam 18.30 wib](#) dari: [http://indonesian\\_natural\\_rubber.blogspot.com/2011/02/sejarah-karet-alam-di-indonesia.html](http://indonesian_natural_rubber.blogspot.com/2011/02/sejarah-karet-alam-di-indonesia.html)
- [2] Anonim., *Jenis-jenis karet*. Diakses tanggal 18 juli 2013 jam 18.40 wib dari: [http://indonesian\\_natural\\_rubber.blogspot.com/2011/02/jenis-jenis-karet.html](http://indonesian_natural_rubber.blogspot.com/2011/02/jenis-jenis-karet.html)
- [3] Anonim., 2011. *Perkembangan karet sintetis*. Diakses tanggal 18 juli 2013 jam 18.45 wib dari: [http://indonesian\\_natural\\_rubber.blogspot.com/2011/02/perkembangan-karet-sintetis.html](http://indonesian_natural_rubber.blogspot.com/2011/02/perkembangan-karet-sintetis.html)
- [4] Ciesielski, Andrew., 1999. *An Introduction to Rubber Technology*. Rapra Tecnology Limited, hal 31-56. Diakses tanggal 12 oktober 2013 jam 21.10 wib dari <http://www.rapra.net>
- [5] Riyadhi, Adi., 2008. *Vulkanisasi karet*. Diakses tanggal [20 juli 2013 jam 19.15](#) dari: [http://www.chem-is-try.org/artikel\\_kimia/kimia\\_material/vulkanisasi\\_karet/](http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_material/vulkanisasi_karet/)
- [6] Sasongko, Atur R., 2012. *Studi pengaruh ukuran partikel dan jumlah phr carbon black sebagai bahan pengisi terhadap sifat mekanik produk karet alam*. Universitas Indonesia.

# PENGARUH STEARIC ACID PADA KARET ANGKATAN SEPEDA MOTOR TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK DENGAN KOMPOSISI 3Phr, 4Phr, 6Phr

Masyrukan, Pramuko Ilmu Purboputro

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

email: masyrukan@ums.ac.id

## ABSTRAK

*Karet angkatan merupakan hal yang sederhana namun penting untuk kendaraan. Komponen ini terletak di dalam tromol roda belakang yang berhubungan langsung dengan gear. Banyak factor yang mempengaruhi kerusakan komponen ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh stearic acid terhadap nilai kekerasan dan kuat tarik dari kompon karet angkatan.*

*Bahan yang digunakan untuk membuat kompon yaitu RSS dan karet sintesis dicampur dengan bahan kimia stearic acid, black karbon white oil, ZnO, paraffin wax, MBTS, resin komaron dan sulfur. Bahan-bahan ini dicampur menggunakan two rollmixing hingga menyatu dan membentuk lembaran kompon. Untuk mengetahui lama pematangan karet dilakukan proses rheometer. Proses selanjutnya vulkanisasi karet dengan menggunakan mold yang di press dengan suhu 160°C dan dengan tekanan 150 psi. Pengujian tarik menggunakan alat rubber testing equipment dengan standar SNI ISO 37 : 2015 (IDT – 2011). Pengujian kekerasan menggunakan alat dengan skala Shore A hardness tester dengan standar ISO 7619 – 1 : 2010.*

*Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, penambahan sulfur sangat berpengaruh terhadap nilai kekerasasn dan nilai kuat tarik. Untuk nilai kekerasan kompon 3 dengan komposisi sulfur 6 phr memiliki kekerasan tertinggi yaitu 77 Shore A dan nilai terendah pada komposisi 1 dengan nilai kekerasan 65,6 Shore A. pada nilai kuat tarik tertinggi didapatkan 15,394 N/mm<sup>2</sup> di komposisi 1 dan nilai terendah di komposisi 3 dengan nilai 11,44 N/mm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** sulfur, kompon, kekerasan, kuat tarik

## ABSTRACT

*Rubber force is simple but important for the vehicle. This component is located inside the rear wheel tromol that is directly related to the gear. Many factors affect the damage of this component. This study aims to find out how much the influence of stearic acid to the value of hardness and tensile strength of the compound rubber force.*

*Materials used for making compounds are RSS and synthetic rubber mixed with stearic acid, black carbon white oil, ZnO, paraffin wax, MBTS, komaron and sulfur resins. These ingredients are mixed using two rollmixing hings together and forming a compound sheet. Rheometer process is done for knowing the duration of rubber maturation. The next process is rubber vulcanization which is using pressed mold with a temperature of 160°C and with a pressure of 150 psi. Tensile testing is based on rubber testing equipment with SNI ISO 37: 2015 (IDT - 2011) standard. Hardness*

testing uses a tool with a Shore A hardness tester scale with ISO 7619 - 1: 2010 standard.

Based on the results of the tests performed, the addition of sulfur affects the hardness value and value of tensile strength. Compound hardness 3 with sulfur composition of 6 phr has the highest hardness that is 77 Shore A and the lowest value is in composition 1 with the hardness value of 65,6 Shore A. The highest value of tensile strength obtained 15,394 N/mm<sup>2</sup> in composition 1 and the lowest value is in composition 3 with a value of 11.44 N/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** sulfur, compound, hardness, tensile strength

## PENDAHULUAN

Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui kekerasan dan kekuatan tarik pada bahan karet tromlol sepeda motor. Pengujian juga dilakukan agar kita mengetahui pengaruh karet kompon dan komposisi bahan pembuatan karet tromol. Dengan demikian kita bisa membuat komponen karet tromol dengan sempurna.

## TUJUAN PENELITIAN

1. Membandingkan hasil antara Spesimen buatan dengan variasi Sulfur, Phr, 4Phr, 6Phr dengan barang yang ada di pasaran.
2. Memahami pengaruh campuran Sulfur pada spesimen bahan karet terhadap uji kekerasan dan uji tarik

## TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada pengujian tarik, spesimen 1 pada penambahan *black carbon* 50 phr dan sulfur 3 phr dari komposisi bahan ban mempunyai nilai 237,23 Kg/cm<sup>2</sup>, spesimen 2 dengan *black carbon* 55 phr dan sulfur 3,5 phr nilai uji tarik sebesar 232,35 Kg/cm<sup>2</sup>, spesimen 3 sebesar 201,5 Kg/cm<sup>2</sup> dengan 60 phr *black karbon* dan 4 phr sulfur, sedang nilai pada spesimen pasaran 194,77 Kg/cm<sup>2</sup>. Untuk pengujian kekerasan spesimen 1 mempunyai nilai 65,67 pada skala *Shore A*, spesimen 2 mempunyai nilai kekerasan 70,33. Pada spesimen 3 didapatkan nilai 74,33 dan pada spesimen pasaran sebesar 67,33 skala *Shore A*. Dari data tersebut maka dapat diketahui semakin besar penambahan *black carbon* dan sulfur pada komposisi bahan ban, nilai kekerasan spesimen semakin tinggi tetapi nilai kuat tariknya semakin kecil. Sedangkan pada pemberian *black carbon* dan sulfur yang lebih sedikit akan menghasilkan nilai kekerasan yang rendah dan nilai tegangan tarik yang besar. (Wargono,D. 2016)

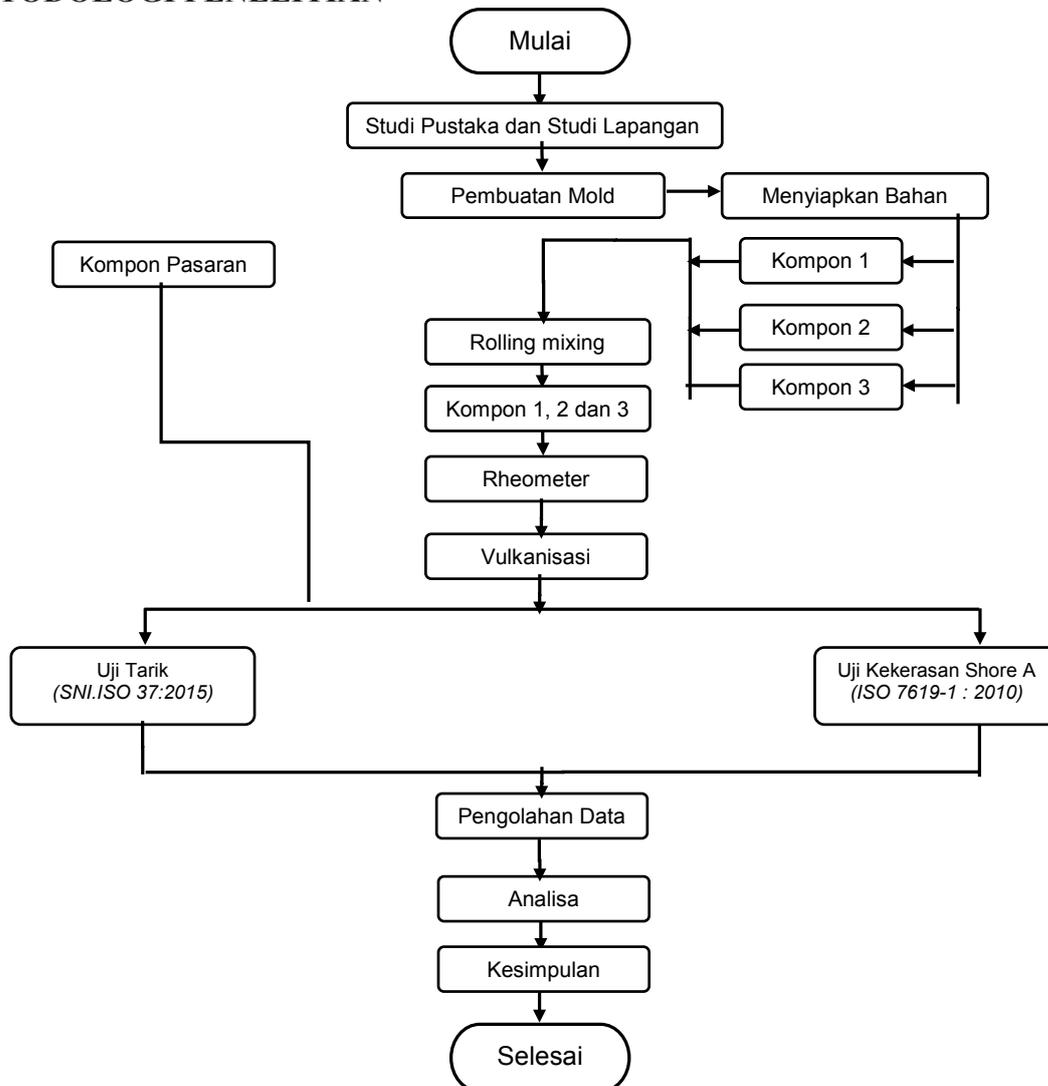
Dari uji kekerasan didapatkan bahwa meningkatnya jumlah carbon black dan sulfur akan meningkatkan nilai kekerasan dari kompon, dimana pada penelitian ini diperoleh 75(kompon 1), 75 (kompon 2), 77 (kompon 3). Hasil ini menunjukkan bahwa kekerasan kompon buatan lebih besar daripada kompon pabrikan. Untuk pengujian tarik diperoleh bahwasemakin besar jumlah carbon black dan sulfur dalam kompon buatan akan meningkatkan kekuatan tarik yaitu 13,46 N/mm(kompon 1), 15,32 N/mm (kompon 2), 16,69 N/mm<sup>2</sup>(kompon 3), sedangkan pada pengujian keausan diperoleh kecenderungan terbalik dimana semakin tinggi carbon black dan sulfur, semakin rendah laju keausan rata-rata kompon baik pada lintasan basah maupun kering. (Purboputro,IP, Hendrawan A. 2015)

Pada penelitian tentang pengaruh komposisi kompon ban pada koefisien *grip* dengan lintasan semen. Komposisi kompon terdiri dari campuran karet mentah dengan bahan- bahan kimia yang belum terjadi vulkanisasi. Karet yang digunakan adalah karet alam RSS dan

karet sintesis SBR, sedang bahan kimia yang digunakan adalah bahan pelunak, *filler* (bahan pengisi), anti oksidan, *akselerator* dan bahan kimia lainnya. Dari hasil penelitian ini didapat harga koefisien *grip* sebesar 0.653 kondisi lintasan kering dan 0,576 pada kondisi lintasan basah. Nilai itu dihasilkan oleh komposisi kompon 1 dengan variasi 30% *black carbon* dan 2% *sulfur* dari jumlah seluruh komposisi kompon. Pada pengujian *shore A* hasil terbesar pada kompon komposisi 3 sebesar 77 dengan komposisi 30% *black carbon* dan 2,2 % *sulfur*. (Hendarto, R. 2014)

Dalam penelitian “Pengaruh sulfur terhadap kekerasan produk (*rubber bushing*) dengan perbedaan jumlah sulfur 8 Gram, 10 Gram dan 12 Gram” karet yang digunakan untuk membuat kompon pembuatan specimen adalah jenis RSS dengan komposisi 200 gram yang akan dicampur dengan bahan-bahan adiktif lain seperti zinc oxide, accelator, anti oxidant, stearic acid yang masing-masing dengan komposisi 4 gram. Didapatkan hasil kekerasan yang bervariasi antara ketiga specimen rubber bushing buatan sendiri, dimana pada penelitian ini diperoleh 38 (komposisi 8 gram), 38,7 (komposisi 10 gram), 39,1 (komposisi 12gram), dengan standar SNI 19-1144-1989 menggunakan alat durometer shore A, ini menunjukkan bahwa semakin banyak komposisi sulfur semakin tinggi nilai kekerasan. (Sugiyanto,A. 2013)

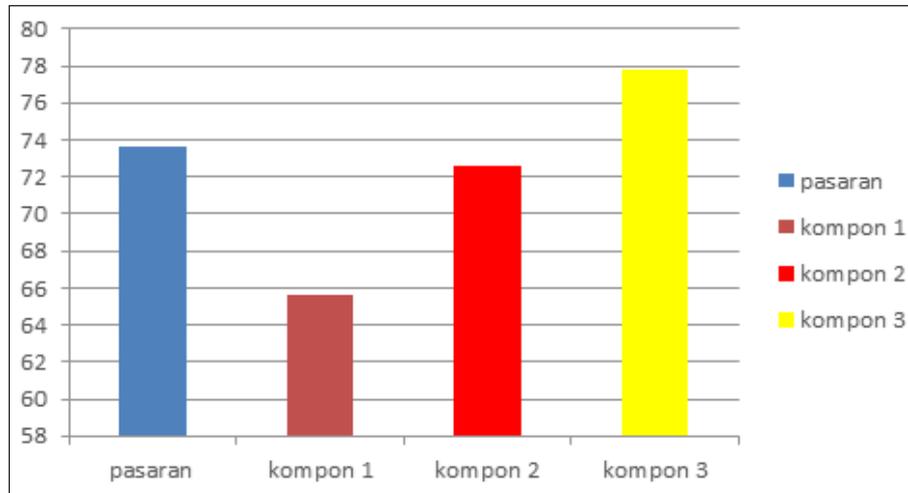
## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Kekerasan:

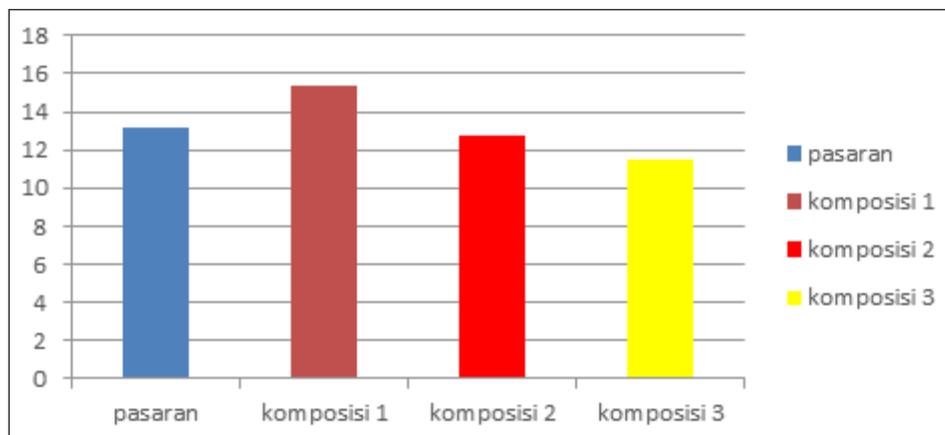


Gambar 2. Perbandingan antara jenis speimen terhadap nilai pengujian kekerasan.

Dari hasil histogram gambar.2 dapat dilihat bahwa spesimen dengan campuran *sulfur* 3 phr (kompon 1) mempunyai nilai kekerasan 65,6 shore A, pada campuran *sulfur* 4 phr (kompon 2) mempunyai nilai kekerasan 72,6 shore A, dan pada campuran *sulfur* 6 phr (kompon 3) mempunyai nilai kekerasan 77 shore A. dari data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan komposisi *sulfur*, maka nilai kekerasan semakin tinggi.

Berdasar gambar 4 dapat disimpulkan bahwa, pengaruh penambahan *sulfur* pada spesimen bahan karet angkutan terhadap pengujian kekerasan, komposisi 3 dengan penambahan *sulfur* 6 phr mempunyai kekerasan yang lebih baik dibanding karet angkutan pasaran yaitu dengan nilai kekerasan rata rata 73,6 shore A. Pada komposisi 2 dengan penambahan *sulfur* 4 phr memiliki nilai kekerasan lebih rendah dibandingkan karet angkutan pasaran dengan nilai kekerasan 72,6 shore A. Pada komposisi 1 dengan penambahan *sulfur* 3 phr memiliki nilai kekerasan paling rendah dibandingkan dengan karet angkutan pasaran dengan nilai kekerasan 65,6 shore A. Maka dapat disimpulkan komposisi 3 baik digunakan untuk produksi karet angkutan karena mempunyai perbedaan nilai kekerasan yang sangat kecil dibandingkan dengan karet angkutan pasaran.

### Hasil Pengujian Tarik



Gambar.3 .Perbandingan antara jenis spesimen terhadap nilai uji tarik.

Dari gambar 3 dapat disimpulkan bahwa hasil uji tarik spesimen buatan 1 dengan kandungan *sulfur* 3 phr memiliki nilai tegangan 15,394 N/mm<sup>2</sup>, spesimen buatan 2 dengan kandungan *sulfur* 4 phr memiliki nilai tegangan 12,71 N/mm<sup>2</sup>, spesimen buatan 3 dengan kandungan *sulfur* 6 phr memiliki nilai tegangan 11,44 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk spesimen pasaran mempunyai nilai tegangan tarik sebesar 13,312 N/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil di atas maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tarik dari spesimen pasaran dan buatan 1,2,3 yang memiliki rata-rata tertinggi yaitu spesimen buatan 1 sebesar 15,394 N/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai rata-rata terendah didapat dari spesimen 3 yaitu 11,44 N/mm<sup>2</sup>. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *sulfur* dapat menurunkan sifat *tensil* dari hasil di atas penambahan *sulfur* 4 phr pada spesimen 2 dengan nilai 12,71 N/mm<sup>2</sup> lebih mendekati spesimen pasaran.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan semua penelitian dan analisa maka penulis dapat mengambil kesimpulan, yaitu :

- a. Dalam pembuatan spesimen karet angkatan komposisi *sulfur* sangat berpengaruh terhadap besarnya kekerasan. Pada spesimen variasi 1 dengan komposisi *sulfur* 3 phr mendapatkan nilai 65,6 pada skala Shore A, spesimen 2 dengan komposisi *sulfur* 4 phr mempunyai nilai kekerasan 72,6 pada skala Shore A, pada spesimen 3 dengan komposisi *sulfur* 6 phr mendapat nilai kekerasan 77 pada skala Shore A, dan pada spesimen pasaran sebesar 73 skala Shore A. Dari data tersebut dapat diketahui semakin besar penambahan *sulfur* pada komposisi karet angkatan maka semakin besar nilai kekerasannya.
- b. Untuk pengujian tarik spesimen 1 pada penambahan *sulfur* 3 phr dari komposisi bahan karet angkatan mempunyai nilai 15,394 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 2 dengan *sulfur* 4 phr nilai uji tarik sebesar 12,71 N/mm<sup>2</sup>, spesimen 3 sebesar 11,44 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai spesimen pasaran di dapat 13,312 N/mm<sup>2</sup>. Dari data tersebut maka dapat diketahui semakin besar penambahan *sulfur* pada komposisi karet angkatan maka nilai kuat tarik spesimen semakin rendah, dan semakin kecil penambahan komposisi *sulfur* nilai tegangan tarik yang didapatkan akan semakin tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Christina, Mery. Baharudin dan Zuchra Helwani. 2012. "Pengaruh Kadar Asam Stearate, Mercapodibenzothiazyl disulfide (MBTS) Dan Sulfur Terhadap Sifat Dan Morfologi Thermoset Ruber Dengan Filler Carbon Black- Abu Terbang Sawit". Diambil dari : <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/> (13 September 2017)
- [2] Hendrawan. M.A., Purboputro. P.I. 2015. "Studi Karakteristik Sifat Mekanik Kompon Karet Dengan Variasi Komposisi Sulfur Dan Carbon Black Sebagai Bahan Dasar Ban Luar". diakses dari : <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/>
- [3] Hendarto, Riki, D200 08 0063 (2014) "Pengaruh Komposisi Kompon Ban Pada Koefisien Grip Dengan Lintasan Semen". Diakses dari : <http://eprints.ums.ac.id/>
- [4] Sugiyanto, Ari D200 06 0088 (2013) "Pengaruh Sulfur Terhadap Kekerasan Produk (Rubber Bushing) Dengan Perbedaan Jumlah Sulfur 8 Gram, 10 Gram Dan 12 Gram". Diakses dari : <http://eprints.ums.ac.id/>
- [5] Wargono, Damar, D200 100084 (2016) "Pengaruh black carbon dan sulfur terhadap

koefisiensi grip bahan ban luar dengan batikan lengkung pada lintasan beton saat kondisi kering dan basah”. diakses dari <http://eprints.ums.ac.id/>

- [6] Wikipedia.2017. Sejarah Perkembangan Pembuatan Ban. Diakses dari :<https://id.wikipedia.org/wiki/ban>
- [7] [http://www.substech.com/dokuwi/doku.php?id=shore durometer hardness test](http://www.substech.com/dokuwi/doku.php?id=shore%20durometer%20hardness%20test).
- [8] <https://sersasih.wordpress.com/2011/07/21/laporan-material-teknik-uji-tarik/>

**REVERSE ENGINEERING BODY FENDER MOBIL  
ESEMKA RAJAWALI II DENGAN MEMBANDINGKAN  
HASIL PENGUKURAN DENGAN MENGGUNAKAN  
COORDINATE MEASURING MANUAL MACHINE DAN LASER  
SCANNER ARTICULATED MEASUREMENT ARMS**

**Akhmad Pujiono<sup>1</sup>, Supriyono<sup>2</sup> dan Joko Sedyono<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Politeknik Muhammadiyah Pekalongan,  
Jl. Raya Pahlawan No. 10 Kajen 51161 Telp/Fax (0285) 385313

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro

*email: Akhmad\_Pujiono@yahoo.com*

**ABSTRAK**

*Penelitian ini menggunakan metode reverse engineering yang bertujuan untuk mendapatkan gambar 3D surface fender mobil Esemka Rajawali II serta membandingkan hasil pengukuran fender dengan menggunakan dua langkah pengukuran (scanning). Langkah pertama adalah pengukuran (scanning) pada fender mobil Esemka Rajawali II dengan menggunakan alat ukur 3D manual, sedangkan Langkah kedua adalah pengukuran (scanning) fender mobil Esemka Rajawali II dengan menggunakan 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms (LSAMA). Data yang diperoleh dari proses pengukuran (scanning) dari kedua alat tersebut diatas berupa titik koordinat (point cloud) x,y dan z, yang selanjutnya data titik koordinat tersebut dimasukkan ke software solidworks untuk membuat gambar part 3D surface fender mobil esemka Rajawali II. Setelah proses membuat gambar part 3D surface fender selesai dilakukan, tahapan selanjutnya membandingkan hasil scanning (pengukuran) dari kedua alat ukur tersebut. Titik (point) koordinat pada komponen fender merupakan titik (point) bantu yang digunakan untuk menerangkan bentuk dari surface pada fender tersebut. Semakin banyak jumlah dari point yang digunakan maka semakin bagus bentuk fender yang dihasilkan, hal tersebut disebabkan antara point satu maupun point yang lainnya dihubungkan melalui garis sebelum dilakukan surface pada software solidworks. Jumlah point maupun letak dari point tersebut diberikan secara acak (random) pada komponen fender tersebut. Dari kedua alat ukur tersebut yaitu 3D (LSAMA) dan alat ukur 3D manual, menggunakan jumlah point koodinat yang sama.*

**Kata kunci:** *3D Laser Scanner Measurement Arms, Alat ukur 3D manual, Fender, Solidworks*

**ABSTRACT**

*This research uses reverse engineering method which aims to get 3D surface fender images of Esemka Rajawali II car and compare the result of fender measurement by using two steps of measurement (scanning). The first step is the measurement on the Esemka Rajawali II car fender using a manual 3D measuring instrument, while the second step is the measurement of Esemka Rajawali II car fender using 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms (LSAMA). Data obtained from the above*

point of coordinates (point cloud)  $x$ ,  $y$  and  $z$ , which then the data point coordinates are inserted into software solidworks to create images of 3D fender part of the car surface esemka Rajawali II. After the process of making a 3D part surface fender image completed, the next stage compares the results of the two measuring instruments. The point (coordinate) of the fender component is the assist point used to explain the shape of the surface of the fender. The number of points used will affect the shape of the resulting fender; it is caused between the point one or the other point connected through the line before the surface on software solidworks. The number of points and the location of the point is randomly assigned to the fender component. Of the two measuring tools are 3D (LSAMA) and manual 3D measuring instruments, using the same number of koodinat points. Using 3D (LSAMA) has a better measurement precision than a manual 3D measuring instrument.

**Keywords:** 3D Laser Scanner Measurement Arms, 3D manual gear, Fender, Solidworks.

## PENDAHULUAN

Mobil Esemka Rajawali II merupakan salah satu produk andalan dari pengembangan mobil nasional di Indonesia. Sebagai produk awal dari pengembangan mobil nasional tidak menutup kemungkinan perlu dilakukan beberapa perbaikan maupun penyempurnaan dari produk tersebut. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mendukung kesempurnaan dari program mobil nasional tersebut.

Metode *reverse engineering* atau lebih dikenal dengan metoda rekayasa ulang merupakan suatu metode untuk memperoleh data geometri dari produk yang telah ada dan merekonstruksi ulang menjadi model gambar tiga dimensi sehingga waktu produksi dapat diminimalkan (Hussain dkk, 2008). Dengan kata lain *Reverse Engineering* dapat di definisikan “menganalisa suatu sistem melalui identifikasi komponen-komponennya dan keterkaitan antar komponen, serta mengekstraksi dan membuat abstraksi dan informasi perancangan dari sistem yang dianalisa tersebut”. (Paulic, 2013).

Febriantoko (2012) melakukan *reverse engineering* dengan obyek menggunakan mini truk Esemka, Penelitian ini bertujuan mendokumentasi serta mengklarifikasi bagian komponen berdasarkan induk dari *assembly* yang utuh, pemberi nama, dan kode. Pada penelitian yang lain (Filho, 2014) melakukan *reverse engineering* pada bagian-bagian permukaan yang bentuknya rumit serta kompleks, mulai dari pengukuran bentuk serta melakukan pengolahan data. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini *Coordinate Measuring Arm* yang dilengkapi dengan sensor serta *laser scanner*, sedangkan data diolah dengan menggunakan *Computer-Aided Design* (CAD).

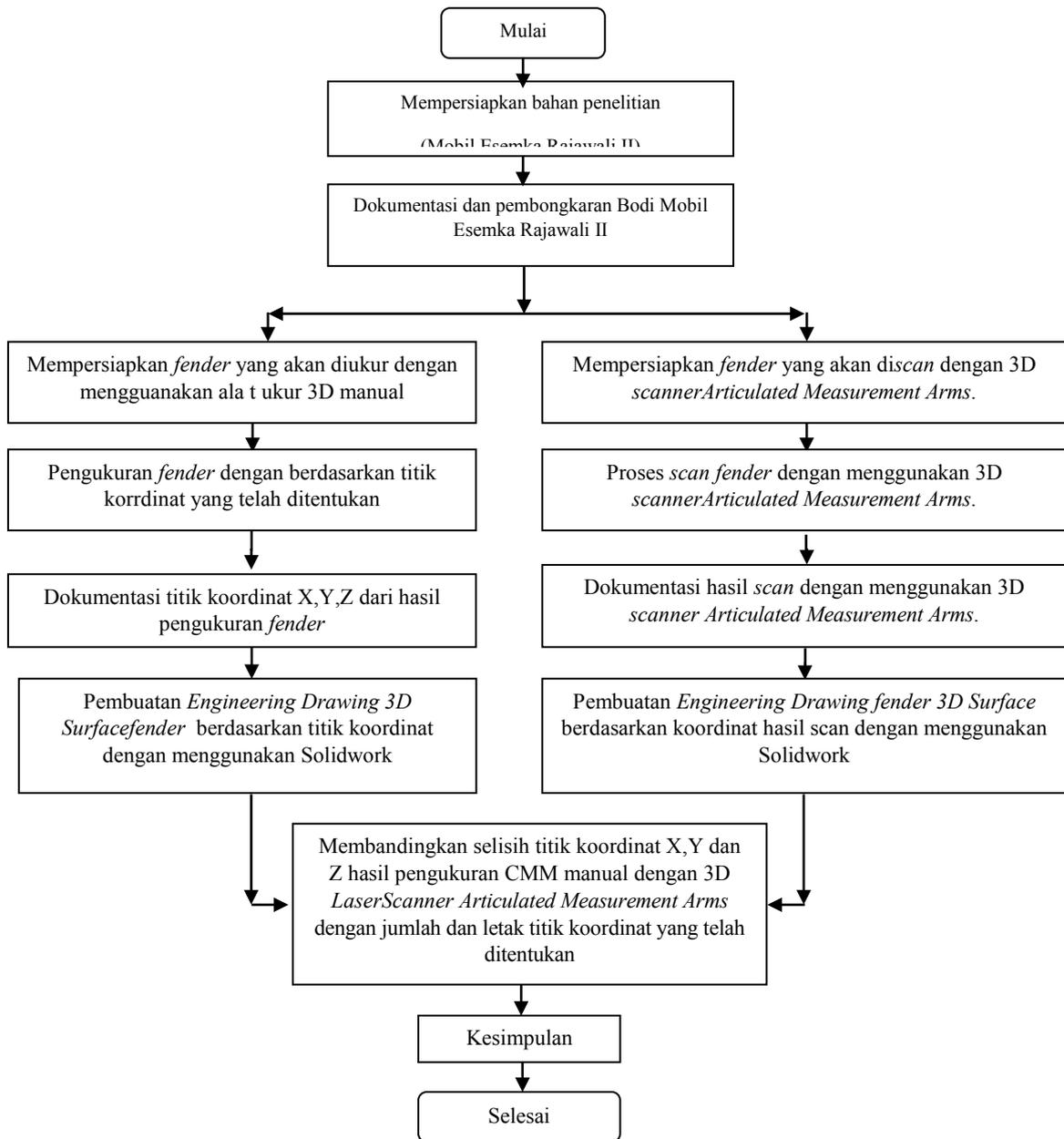
Piratelli, (2014) melakukan *reverse engineering* pada mobil *sport* dengan menggunakan *Coordinate Measuring Arm* dengan sensor *probe* dan *laser scanner* tiga dimensi. Data yang didapat dari *Coordinate Measuring Arm* diolah dengan menggunakan CAD. Kus (2009) melakukan *reverse engineering* membuat model 3D dengan menggunakan CAD dari komponen yang tidak memiliki dokumentasi.

## METODE PENELITIAN

Tempat penelitian ini, dilakukan di laboratorium Teknik Mesin gedung H Universitas Muhammadiyah Surakarta dan di Pusat Layanan Uji Material dan Permesinan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Tegal UPTD Laboratorium Perindustrian dengan alamat Jalan Dampyak Km 4 Tegal.



Gambar 1. Mobil Esemka Rajawali II



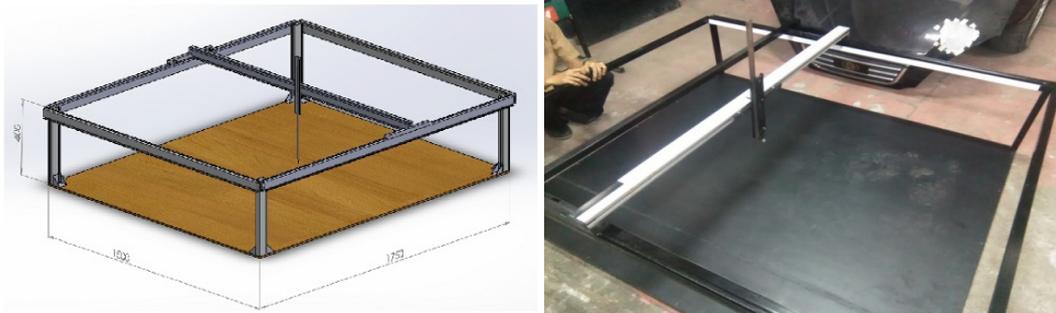
Gambar 2. Gambar Diagram Alir Reverse Engineering

Berdasarkan diagram alir *reverse engineering* diatas dapat dimaknai bahwa proses *reverse engineering* pada *fender* dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu: tahapan pengukuran (*scanning*), tahapan pengolahan data dengan *software solidworks*, tahapan pembuatan *Engineering Drawing 3D surface fender*. Dan membandingkan selisih titik koordinat X,Y

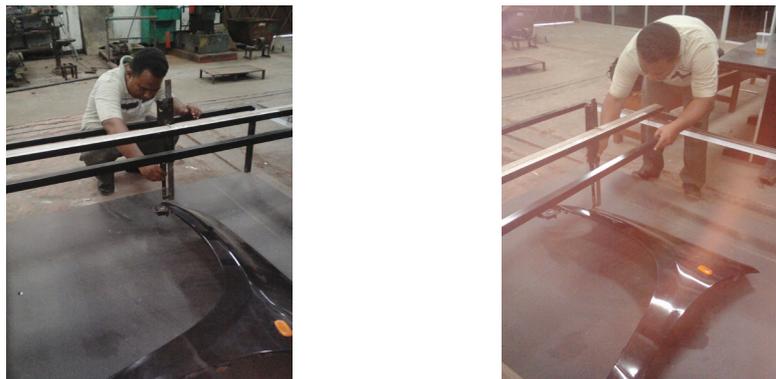
dan Z hasil pengukuran CMM manual dengan 3D (*LSAMA*) dengan jumlah dan letak titik koordinat yang telah ditentukan.

### Tahapan pengukuran (*scanning*)

Proses pengukuran (*scanning*) bertujuan untuk mendapatkan data dari *fender* mobil Esemka Rajawali II. Proses pengukuran (*scanning*) dilakukan dengan menggunakan dua alat ukur yang berbeda yaitu alat ukur 3D manual dan 3D (*LSAMA*). Setelah *fender* dari mobil Esemka Rajawali II terlepas dari mobil, kemudian dilakukan pengukuran dengan pengambilan titik koordinat pada permukaan dari *fender* mobil Esemka tersebut. Alat ukur 3D manual yang digunakan mempunyai desain seperti gambar dibawah ini:



(a)



(b)

Gambar 3. Gambar (a) Desain dari alat ukur 3D Manual.  
(b) Proses pengukuran *fender* dengan alat ukur 3D manual.

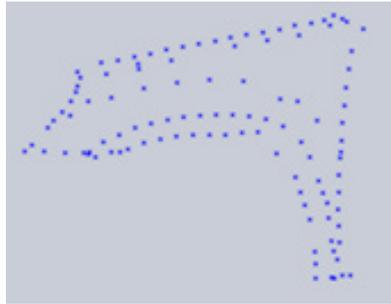
Sedangkan proses *scanner* dengan 3D (*LSAMA*) yang digunakan pada penelitian ini seperti dibawah ini:



Gambar 4. 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms

### Tahapan Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data dilakukan dengan *Software Solidworks Premium 2014*. Data yang hasil pengukuran (*scanning*) dengan menggunakan alat ukur 3D manual maupun dengan 3D (*LSAMA*) berupa titik koordinat yang kemudian dimasukkan ke *Software Solidworks*. Berikut tahapan pengolahan data dengan alat ukur 3D manual adalah titik koordinat dimasukkan ke *Software Solidworks* yang kemudian menyatukan titik yang satu dengan titik yang lainnya dengan menggunakan kurva sehingga terbentuk sebuah kurva *outer* dari *fender* mobil Esemka Rajawali II. Tahapan berikutnya setelah kurva terbentuk, maka permukaan dapat dibuat dengan metode *surface*.



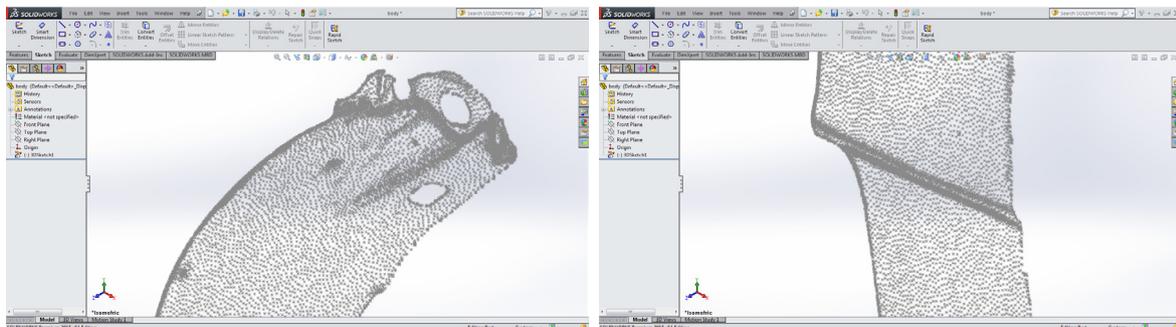
Gambar 5. Tahapan Pengolahan Data dari alat ukur 3D manual

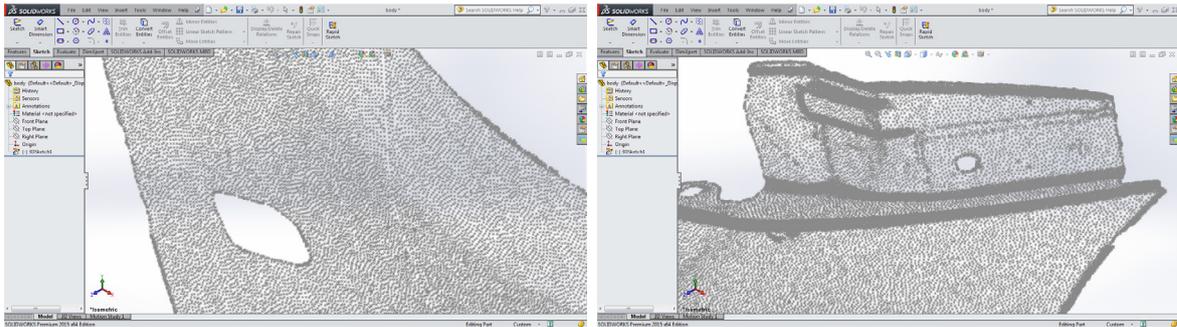
Pada pengolahan data dari 3D (*LSAMA*) adalah *fender* mobil Esemka Rajawali II yang sudah terpisah dari mobil dibersihkan dari kotoran maupun debu yang menempel, kemudian *fender* tersebut dilapisi dengan cat warna putih *doop* seperti gambar dibawah ini:



Gambar 6. *Fender* yang sudah dilapisi cat warna putih

Pelapisan warna putih *doop* pada *fender* bertujuan agar sinar laser dari 3D (*LSAMA*) dapat terpantulkan dengan baik sehingga proses *scanning* pada *fender* tersebut dapat diperoleh data *point cloud* seperti yang diharapkan. Dibawah ini merupakan gambar dari hasil *scanning* dari 3D (*LSAMA*).

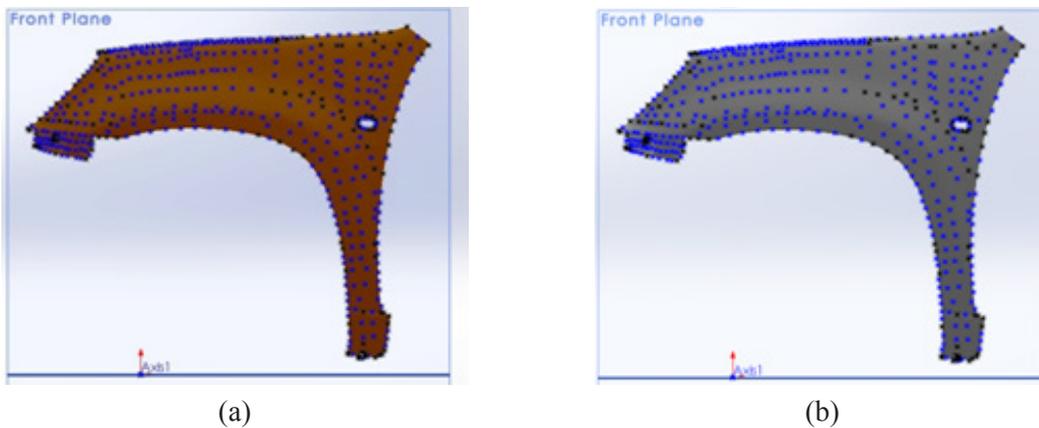




Gambar 7. Hasil Scanning dari 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms

### Tahapan Pembuatan *Engineering Drawing 3D surface fender*

Pada tahapan ini hasil dari pengolahan data titik koordinat yang dihasilkan dari alat ukur 3D Manual maupun 3D (*LSAMA*) selanjutnya dibuat gambar 3D *surface fender* dengan menggunakan *software solidworks* seperti gambar dibawah ini:



(a)

(b)

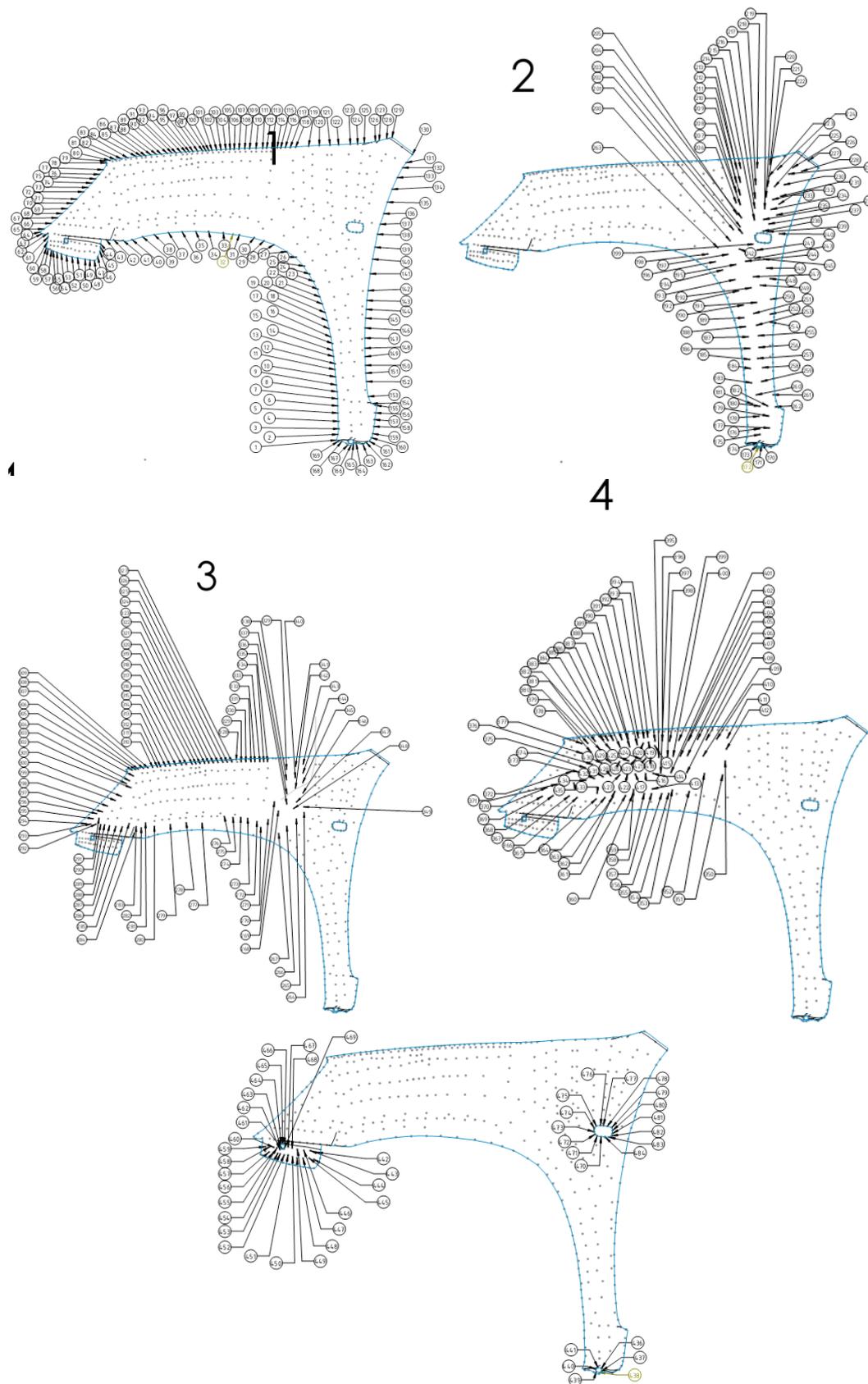
Gambar 8. (a) 3D surface fender dari alat ukur 3D Manual

(b) 3D Surface Fender dari 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms.

### Membandingkan Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan *Coordinate Measuring 3D Manual* dan 3D Laser Scanner Articulated Measurement Arms.

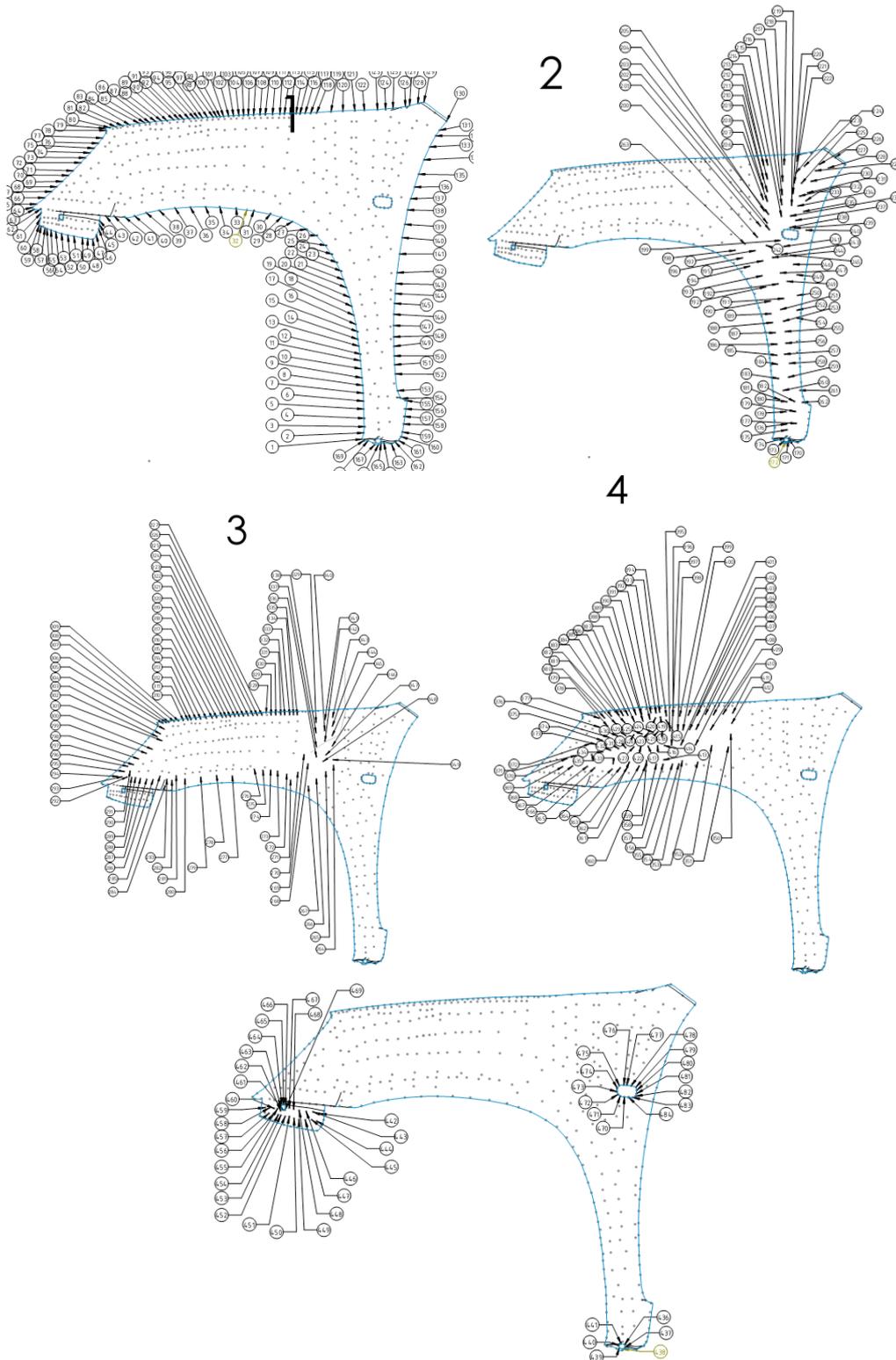
Gambar 3D *surface fender* yang telah dibuat seperti gambar 6.(a) dan (b) diatas, maka langkah selanjutnya menentukan letak maupun jumlah point pada gambar 3D *surface fender* mobil Esemka Rajawali II tersebut. *Point* pada komponen *fender* merupakan point bantu yang digunakan untuk menerangkan bentuk dari *surface* pada *fender* tersebut. Semakin banyak jumlah dari *point* yang digunakan maka semakin bagus bentuk *fender* yang dihasilkan, hal tersebut disebabkan antara *point* satu maupun *point* yang lainnya dihubungkan melalui garis sebelum dilakukan *surface* pada *software solidwork*.

Jumlah *point* maupun letak dari *point* tersebut diberikan secara random pada komponen *fender* tersebut. Jumlah *point* yang digunakan sebanyak 484 *point*, dengan jumlah *point* tersebut diharapkan mampu untuk menerangkan serta membuat bentuk *surface* dari komponen *fender* yang hampir menyerupai bentuk asli dari mobil Esemka tersebut. Adapun penomoran dilakukan agar dalam pembacaan titik koordinat dengan menggunakan dua metode tersebut dapat lebih mudah untuk dilakukan. Gambar dibawah menerangkan tentang urutan penomoran baik dari alat ukur 3D manual maupun 3D (*LSAMA*).



Gambar 9. Urutan penomoran *point* pada komponen *fender* pada *3D Laser Scanner Measurement Arms*.

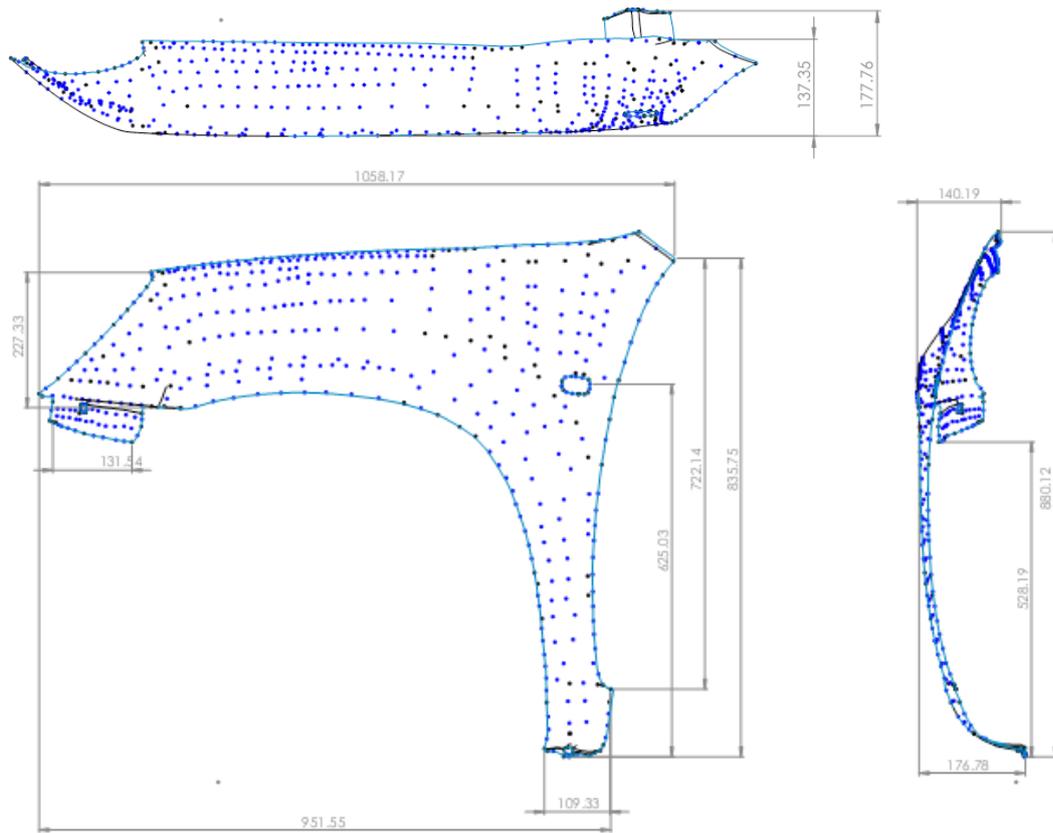
no. 1 – 169, (2) no. 170 – 262, (3) no. 263 – 349, (4) no. 350 – 435, (5) no. 436 - 484



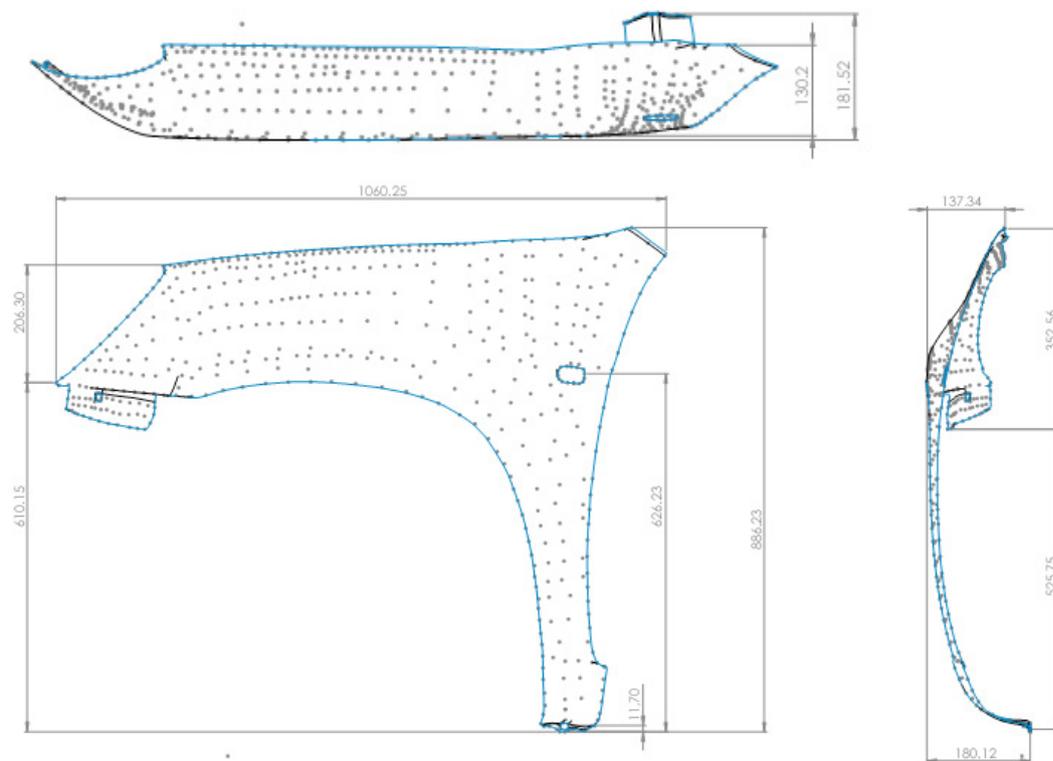
Gambar 10. Urutan penomoran *point* pada komponen *fender* pada Alat Ukur 3D Manual (1) no. 1 – 169, (2) no. 170 – 262, (3) no. 263 – 349, (4) no. 350 – 435, (5) no. 436 - 484

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Engineering drawing fender* mobil Esemka Rajawali II didapatkan dari pengolahan data titik koordinat yang dihasilkan baik dari alat ukur 3D manual maupun 3D (*LSAMA*) seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



(a)



(b)

Gambar 11. (a) *Engineering Drawing Fender* dari 3D Laser Scanner Measurement Arms  
(b) *Engineering Drawing Fender* dari Alat Ukur 3D Manual

Dari gambar diatas terdapat perbedaan pada *fender* mobil esemka Rajawali II. Perbedaan hasil ukur dari alat ukur 3D manual dengan 3D (*LSAMA*) pada dimensi panjang *fender* 2,08 mm (1060,25 mm – 1058,17 mm). perbedaan lebar *fender* adalah 3,34 mm (180,12 mm – 176,78 mm). Selain itu selisih pengukuran pada tinggi dari *fender* adalah 6,11 mm (886,23 mm – 880,12 mm). Tinggi lengkungan dudukan lampu depan adalah 1,03 mm (207,33 mm – 206,3 mm). Lebar *fender* bagian atas adalah 2,79 mm ( 140,13 mm – 137,34 mm). Perbandingan dimensi hasil pengukuran pada *fender* mobil Esemka Rajawali II tersaji pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Perbandingan dimensi hasil pengukuran pada *fender* mobil Esemka Rajawali II

No	Nama Bagian	3D Scanner Measurement Arms (mm)	3D manual (mm)	Selisih Hasil Pengukuran (mm)	Selisih Hasil Pengukuran (%)
1	Panjang <i>fender</i>	1058,17	1060,25	2,08	0,20
2	Lebar <i>fender</i>	176,78	180,12	3,34	1,85
3	Tinggi <i>fender</i>	880,12	886,23	6,11	0,69
4	Tinggi dudukan lampu depan	207,33	206,3	1,03	0,50
5	Lebar <i>fender</i> bagian atas	140,13	137,34	2,79	2,03
<b>Rata - rata</b>		2462,53	2470,24	7,71	0,31

Setelah diamati bahwa dimensi rata – rata *fender* mobil Esemka Rajawali II adalah 2470,24 mm pada alat ukur 3D manual tercatat lebih tinggi dari 3D *laser scanner measurement arms*, yaitu: 2462,53 mm. Selain itu, perbedaan rata – rata *fender* dengan menggunakan dua metode pengukuran yang berbeda adalah 7,71 mm.

Perbedaan dimesi hasil pengukuran *fender* dapat disebabkan adanya kesalahan pada masing – masing tahapan dalam melakukan *reverse engineering*. Penyebab perbedaan tersebut antara lain:

### 1. Tahapan Pengukuran (*scanning*)

Pada alat ukur 3D manual mempunyai tingkat kepresisian yang rendah, yaitu sekitar 1 mm sedangkan 3D (*LSAMA*) mempunyai tingkat kepresisian yang lebih baik, yaitu antara 0,01 – 0,02 mm. Pengukuran dengan menggunakan alat ukur 3D manual sangat tergantung dengan keahlian serta ketelitian dari operator. Keterbatasan dalam hal penglihatan, kondisi fisik serta waktu yang lama selama proses pengukuran tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan pada proses pengukuran *fender* tersebut (*Human Error*).

### 2. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dari alat ukur 3D manual meliputi kesalahan dalam hal penghalusan kurva, data yang kurang tepat harus dilakukan interpolasi data dan pengurangan maupun penambahan jumlah *point* agar menghasilkan kehalusan pada kurva.

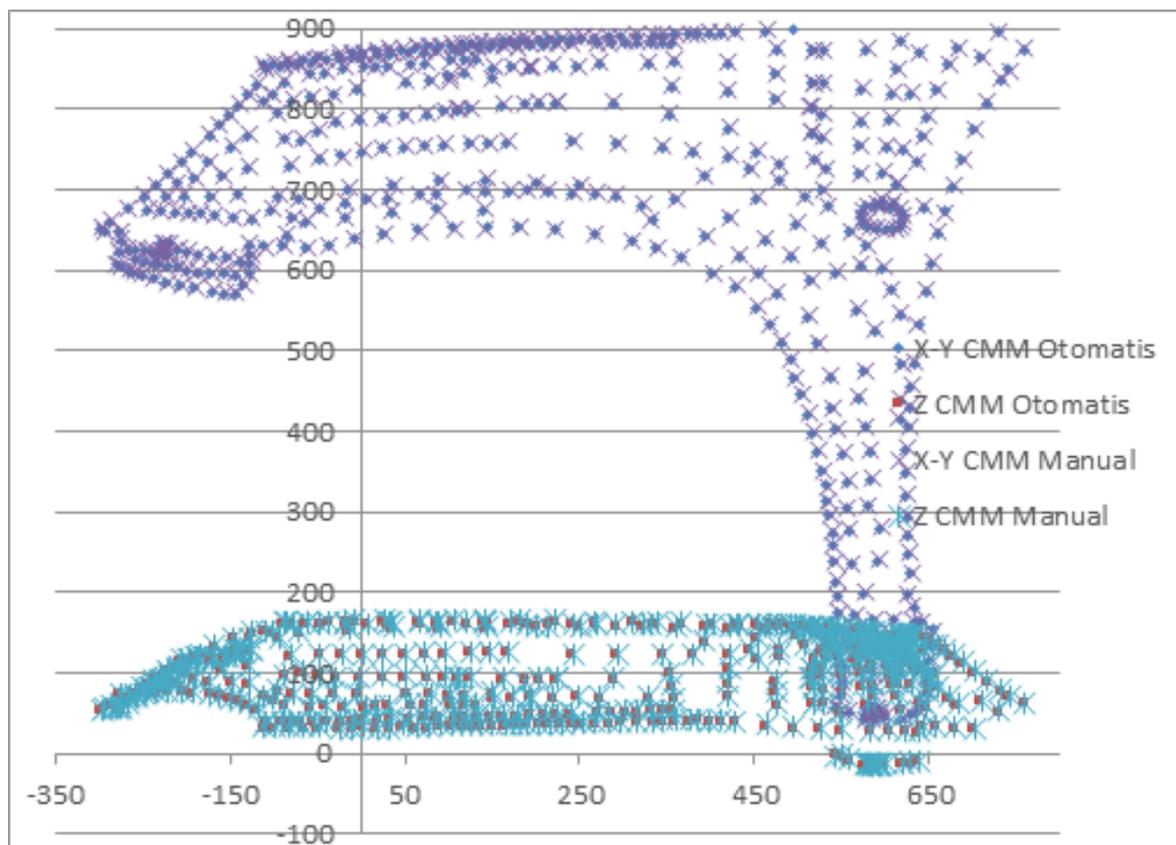
Tahapan pengolahan data dari 3D (*LSAMA*) mempunyai kendala dalam hal pelapisan warna putih *doop* pada *fender*. Perlu dilakukan eksperimen agar cat putih *doop* yang digunakan bersifat sementara hanya untuk kepentingan proses *scanning*, tanpa merusak warna asli dari *fender* mobil Esemka Rajawali II tersebut.

### 3. Tahapan Pembuatan *engineering drawing* 3D *surface fender* dan Membandingkan Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan *Coordinate Measuring* 3D Manual dan 3D *Laser Scanner Articulated Measurement Arms*.

Pada tahapan ini, jumlah *point* yang didapatkan dari *scanning* 3D (*LSAMA*) berjumlah sekitar 180 ribu *point*. Dengan jumlah tersebut tidak memungkinkan untuk melakukan

pengukuran dengan jumlah point yang sama bila digunakan alat ukur 3D manual. Solusi yang ditempuh diantaranya dengan mengambil sampel *point* sejumlah yang dimungkinkan untuk dilakukan dengan menggunakan alat ukur 3D manual. Adapun jumlah serta letak dari *point* ditentukan secara random.

Secara keseluruhan hasil pengukuran (*scanning*) dengan menggunakan 3D (*LSAMA*) lebih akurat dibandingkan pengukuran (*scanning*) dengan menggunakan alat ukur 3D manual. Hal tersebut disebabkan pengukuran dengan 3D (*LSAMA*) dihasilkan *point* dengan jumlah yang sangat banyak sehingga mendekati dengan ukuran asli dari *fender* mobil Esemka Rajawali II.



Gambar 12. Grafik hasil pengukuran *surface* berdasarkan titik koordinat

## KESIMPULAN

Berdasarkan reverse engineering yang telah dilakukan dengan menggunakan dua alat pengukur yang berbeda, maka dapat disimpulkan:

1. *Engineering Drawing Fender* mobil Esemka Rajawali II didapatkan cara *scanning* dari *fender* maupun dengan cara pengolahan titik koordinat dengan menggunakan *software solidworks*.
2. Perbedaan hasil ukur dari alat ukur 3D manual dengan 3D *Laser Scanner Articulated Measurement Arms* pada dimensi panjang *fender* 2,08 mm (1060,25 mm – 1058,17 mm). perbedaan lebar *fender* adalah 3,34 mm (180,12 mm – 176,78 mm). Selain itu selisih pengukuran pada tinggi dari *fender* adalah 6,11 mm (886,23 mm – 880,12 mm). Tinggi lengkunganudukan lampu depan adalah 1,03 mm (207,33 mm – 206,3 mm). Lebar *fender* bagian atas adalah 2,79 mm ( 140,13 mm – 137,34 mm).
3. Jumlah *point* yang digunakan sebanyak 484 *point*, dengan jumlah *point* tersebut diharapkan mampu untuk menerangkan serta membuat bentuk *surface* dari komponen *fender* yang hampir menyerupai bentuk asli dari mobil Esemka tersebut.

4. Adapun penomoran *point* pada *fender* dilakukan agar dalam pembacaan titik koordinat pada komputer baik dengan menggunakan alat ukur 3D manual maupun 3D *Laser Scanner Articulated Measurement Arms* tersebut dapat lebih mudah untuk dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manzoor Hussain, Sambasiva Rao, Prasad, 2008. “Reverse Engineering: Point Cloud Generation With CMM For Part Modeling and Error Analysis”. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, India, Vol. 3, No.4 Agustus 2008, p. 37-40.
- [2] Matej Paulic, Tomaz Irgolic, Joze Balic, Franc Cus, Andrej Cupar, Tomaz Brajljih, Igor Drstvensek, 2013. “Reverse Engineering of Parts with Optical Scanning and Additive Manufacturing”. *ScienceDirect*, Slovenia, *Procedia Engineering* 69 (2014) 795-803.
- [3] Bambang Waluyo Febriantoko. “Reverse Engineering Sebagai Basis Desain Pengembangan Mobil Mini Truck Esemka” *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III* ISSN: 1979-911X Yogyakarta, 3 November 2012. P 318-324.
- [4] Antonio Piratelli-Filho, Pedro Henrique Jobim Souza, Rosenda Valdes Arencibia, Nabil Anwer “Study of Contact and Non Contact Measurement Techniques Applied to Reverse Engineering Of Complex Free From Parts” *International Journal of Mechanical Engineering and Automation*, Ethan Publishing Company, 2014, pp.10.
- [5] Piratelli-Filho, A., Souza, P.H.J., Arencibia, R.V., & Anwer, N., (2014). *Study of Contact and Non Contact Measurement Techniques Applied to Reverse Engineering Of Complex Free From Parts*. *International Journal of Mechanical Engineering and Automation*, 10.
- [6] Abdil Kus. “Implementation of 3D Optical Scanning Technology for Automotive Applications”. Turkey. *Sensors* 2009 , Vol 9. P 1967-1979.

## THE EFFECTS OF PACK CARBURIZING USING CHARCOAL ON PROPERTIES OF MILD STEEL

Supriyono

Dept. of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: supriyono@ums.ac.id*

### ABSTRACT

*The aim of this research is to study the effects of pack carburizing using charcoal on properties of mild steel. The properties are represented by the results of microstructure, hardness test and tensile test. The carburizing process was conducted in the temperature of 930°C which is the austenite temperature of the mild steel. The source of carbon was charcoal. The specimens were held for 2, 3 and 4 hours at the carburizing temperature. The carbon content of the raw material was 0.17%. The raw material was hypoeutectoid steel with ferrite and pearlite phases in its microstructure. After the carburizing process, the microstructure can be divided into two zones e.i. case zone and core zone. The case zone consists of hypereutectoid, eutectoid, and hypoeutectoid sub-zone. The core zone is the same as raw material. The longer the holding time will result in the deeper the case zone and the stronger the material.*

**Keywords:** *Pack carburizing; material properties; ferrite; pearlite; cementite.*

### INTRODUCTION

Carburizing is the process of saturating the surface layer of steel with carbon. In accordance with carbon source, carburization is classified as pack carburizing, gas carburizing and liquid carburizing. The main purpose of the carburizing process is to have a hard and wear resistance surface on mechanical components by enrichment of the surface layer with carbon to a concentration from 0.75 to 1.2% . Low carbon steels, containing from 0.1 to 0.18 % carbon, may be subjected to carburizing [1]. Many researches have been conducting on carburizing process. Examples of research on carburizing can be found in the work by Aramide et.al.[2], Oyetunji and Adeosun[3], Ihom et.al.[4], Swapnil[5], Priyadarshini et.al. [6], Supriyono and Jamasri[7] .

Investigation was conducted by Aramide et.al.[2] into the mechanical properties of mild steel subjected to packed carburization treatment using pulverized bone as the carburizer. It was observed that the mechanical properties of mild steels were found to be strongly influenced by the process of carburization, carburizing temperature and soaking time at carburizing temperature. The work by Oyetunji and Adeosun[3] evaluates the suitability of using palm kernel shell, animal bone (mammalian bones from cattle) and sea shell (oyster shell) materials as carburizers for case hardening of 0.078% C mild steel. The results of the carbon analysis show that palm kernel shell and animal bone are potentially suitable to be used as a carburizing media than the sea shell at high temperatures (above 1000<sup>0</sup> C) with holding time above 1 hr.

Similar research by Oyetunji and Adeosun[3] is the works by Ihom et.al.[4]. The work has investigated the potential of some organic waste materials for surface hardness improvement of mild steel. Waste organic materials like sugar cane, rice husks, egg shell, melon shell, arecaceae flower droppings, plastics, polyethylene, and charcoal were used during the

research. The results have established the potentials of waste organic materials for surface hardness improvement of mild steel. The waste organic materials used in the casehardening media all showed improvement in the hardness values of the mild steel specimens over the 30 HRC hardness value of the untreated mild steel specimen.

Pack carburization uses solid carburizing compounds made up of charcoal and energizer as the carbon source. The common commercial energizer used in pack carburizing are  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , and  $\text{CaCO}_3$ . Over the years, the efficacy of different energizers has been tested. Okongwu and Paranthaman[8] carried out a research to assess the efficacy of some naturally occurring mineral carbonates in pack carburizing as energizer. In the work, he concluded that it was possible to substitute the commercial carbonates with the naturally occurring mineral carbonates.

A study to investigate the effect of the holding times of pack carburizing process on fatigue characteristic of v-notch shaft steel specimens was conducted by Supriyono and Jamasri[7]. The carbon source was taken from charcoal of unused mahogany. The holding times were 2, 3 and 4 hours. The results showed that the holding time of the carburizing process influences the fatigue strength of the material. The longer the holding time will be the higher the fatigue strength.

This research is to study the effects of pack carburizing using charcoal on properties of mild steel. The properties are represented by the results of microstructure, hardness test and tensile test. In Solo Raya Region of Central Java Indonesia, wood is the most common material to produce many kinds of export quality furniture. This production process leaves a lot of unused wood that can be made charcoal. One of the benefits of the charcoal is to be used as carbon source in pack carburizing[4]. However, the effectivity needs to be studied.

## METHODOLOGY

### Material

The materials used for this work included, steel rods of 16 mm diameter and carburizing compound of 80% of charcoal and 20% of sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) mixture. The composition of the steel used is shown in Table 1.

Table 1. Composition of the steel rod

Fe	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	S
98.8	0.17	0.033	0.551	0.077	0.004	0.129	0.001	0.115	0.033

### Pack Carburizing Process

A large muffle electric furnace with a temperature sensitivity of  $\pm 5^\circ\text{C}$  was employed. The pack boxes were placed into the muffle furnace. The pack boxes and the furnace were heated to reach carburizing temperature of  $930^\circ\text{C}$ . At the carburizing temperature, the process was held for 2, 3, and 4 hours.

### Microstructure

Microstructure was carried out on both the uncarburized material or raw material and the carburized material.

### Hardness test

The hardness test was conducted on carburized material to determine the effective case depth. Microhardness measurements were carried out along the cross sectional area on the distances of 50, 100, 200, 500, 700, 1000, 1250 and 2000  $\mu\text{m}$  from the surface at three different places. The hardness number of every distance is the average of the three values.

### Tensile test

Tensile test is conducted according to standard of JIS Z220 14A for rod specimen.

### RESULTS AND DISCUSSION

Based on the Table 1, the carbon content of the steel rod is 0.17%. It indicates that the raw material is in the family of low carbon steel[9]. Low carbon steel is often used as the material of gear, chamshaft, bushing and madrel after case hardening. The microstructure of low carbon steel consists of ferrite and pearlite. Figure 1 shows the microstructure of the raw material. The light area is ferrite, whereas the dark area is pearlite. The light area is dominant one since the carbon content is 0.17%.



Figure 1. Microstructure of the raw material

The micro structures after carburizing process can be seen in the Figure 2 and Figure 3. From Figure 2, it can be seen that the microstructure after carburizing is divided into 2 zones i.e. case zone and core zone. The core zone has the same micro structure as the raw material, whereas the case zone can be divided into three sub-zones[10]. The three sub zones are hypereutectoid, eutectoid and hypoeutectoid. Hypereutectoid sub-zone (see Figure 3.c) has micro structures of pearlite and proeutectoid cementite. Eutectoid sub-zone has micro structure of pearlite (see Figure 3.b). And hypoeutectoid sub zone has micro structure of ferrite and pearlite (see Figure 3.a).

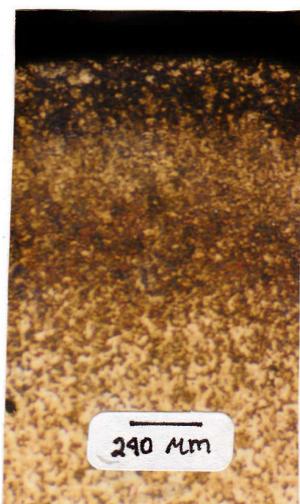


Figure 2. Micro structure of carburized material

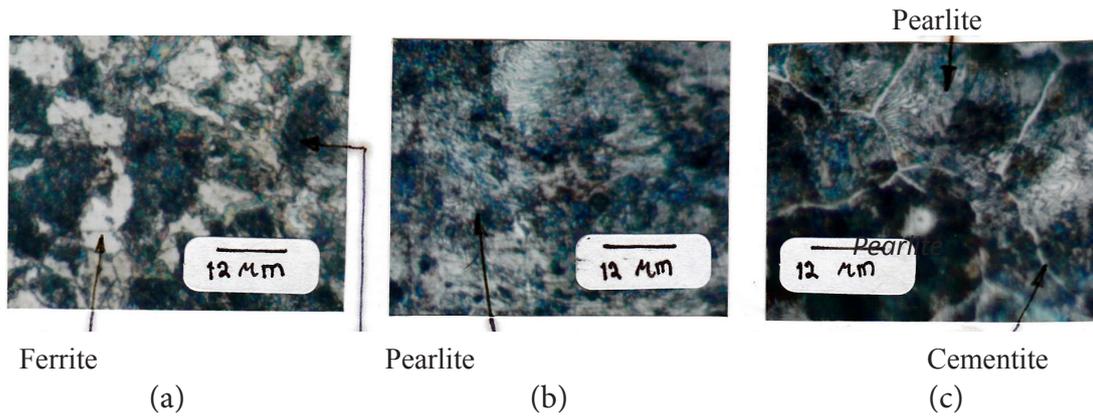


Figure 3. Micro structures of case zone: (a) hypoeutectoid sub-zone, (b) Eutectoid sub-zone, (c) hypereutectoid sub-zone

Figure 4 shows the hardness profile of carburized material of each holding time (4, 3 and 2 hours). The hardness profile has the shape rising on the left and descending on the right indicating that the hardness of the carburized steel specimen decreases as it move towards the core of the steel. This is typical of all carburized steels; a hard case and a soft cor. It can be seen that the longer the holding time is the harder the surface zone. It indicates that more carbon in the surface zone for the longer holding time.

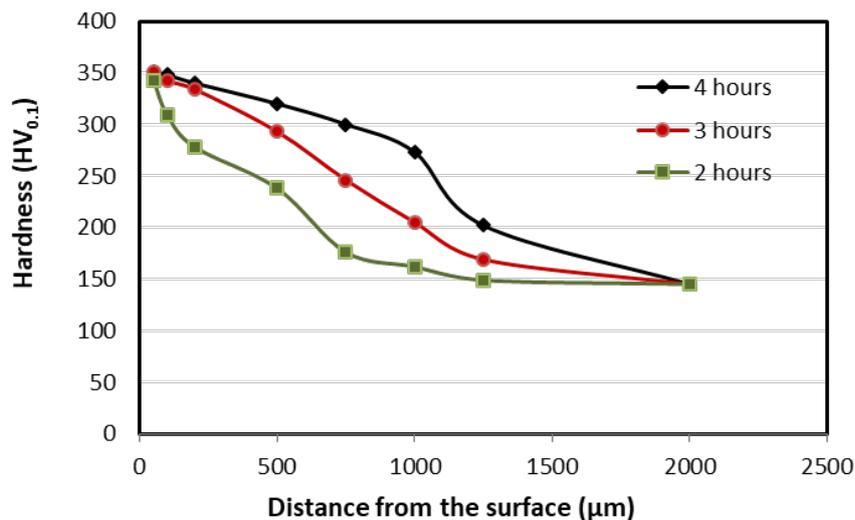


Figure 4. Hardness profile of carburized material.

Table 2 is the result of tensile test. It can be seen that in term of yield stress the raw material has the highest value compared to the carburized ones. This is due to strain hardening during the forming to the final shape of the raw material. The raw material is the rod with diameter of 16 mm. To have the final shape, it experienced large plastic deformation. The yield stress is obtained by offset method. For the carburized material, the longer the holding time is the stronger both for the yield and ultimate stress. This indicates that the longer the holding time will increase the carbon content that increases the strength of the carburized material.

The raw material is very ductile material as shown by the elongation. It is the property of mild steel. They are soft and very ductile. On the other hand, the more carbon content with the longer holding time will decrease the ductility of the carburized material.

Table 2. The results of tensile test.

Specimen	Yield Stress (Mpa)	Ultimate Stress (Mpa)	Elongation (%)
Raw Material	616.68	636.84	26.84
Carburized 2 hours	357.23	597.34	24.56
Carburized 3 hours	382.05	623.89	23.7
Carburized 4 hours	411.54	681.36	21.66

## CONCLUSION

The carburizing process using charcoal of unused wood changes the properties of the mild steel. The changes in this research represented by the changes of microstructure, hardness and tensile strength. The microstructure of the carburized mild steel can be divided into two zones e.i. case zone and core zone. The case zone consists of hypereutectoid, eutectoid, and hypoeutectoid sub-zone. The core zone is the same as raw material. The longer the holding time will result in the deeper the case zone and the stronger the material.

## AKNOWLEDGEMENT

This work is supported by Research Institute of Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## REFERENCE

- [1] J. K. Ahmad, "Carburizing of steel," *Int. J. Mater. Sci. Appl.*, vol. 4, pp. 11–14, 2015.
- [2] F. O. Aramide, S. A. Ibitoye, I. O. Oladele, and J. O. Borode, "Pack carburization of mild steel, using pulverized bone as carburizer: Optimizing process parameters," *Leonardo Electron. J. Pract. Technol.*, vol. 9, no. 16, pp. 1–12, 2010.
- [3] A. Oyetunji and S. O. Adeosun, "Effects of Carburizing Process Variables on Mechanical and Chemical Properties of Carburized Mild Steel," *J. Basic Appl. Sci.*, vol. 8, pp. 319–324, 2012.
- [4] A. P. Ihom, G. B. Nyior, O. O. Alabi, S. Segun, J. Nor Iv, and J. Ogbodo, "The Potentials of Waste Organic Materials for Surface Hardness Improvement of Mild," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 3, no. 11, pp. 1–10, 2012.
- [5] P. B. D. D. Swapnil R. Nimbhorkar, "Effect of Case Hardening Treatment on the Structure and Properties of Automobile Gears," *Int. J. Mod. Eng. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 637–641, 2013.
- [6] S. Priyadarshini, T. Sharma, and G. Arora, "Effect of Post Carburizing Treatment on Hardness of Low Carbon Steel," *Int. J. Adv. Mech. Eng.*, vol. 4, no. 7, pp. 763–766, 2014.
- [7] Supriyono and Jamasri, "Holding time effect of pack carburizing on fatigue characteristic of v-notch shaft steel specimens," in *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1855.
- [8] D. A. Okongwu and V. Paranthaman, "Assesment of The Efficacy of Some Carbonate Minerals as Energizers in Pack Carburisation of Mild Steel," *Niger. J. Technol.*, vol. 11, no. 1, 1987.
- [9] H. C. ASM, *Metals Handbook*, 8th ed. Ohio, 1972.
- [10] Y. Lakhtin, *Engineering Physical Metallurgy*. Moscow: Foriegn Language Publishing House, 1965.