

**PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERBAHAN EBONIT DENGAN  
KANDUNGAN SULFUR 30 PHR YANG DIPERKUAT SERAT RAMI UNTUK  
KOMPONEN OTOMOTIF**

**NASKAH PUBLIKASI**



**Disusun :**

**FIKRIA FAWWAZ  
D 200 110 007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERBAHAN EBONIT DENGAN  
KANDUNGAN SULFUR 30 PHR YANG DIPERKUAT SERAT RAMI  
UNTUK KOMPONEN OTOMOTIF**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**FIKRIA FAWWAZ**

**D 200 110 007**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Joko Sedvono, ST., M.Eng., Ph.D.**  
**NIK. 790**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERBAHAN EBONIT DENGAN  
KANDUNGAN SULFUR 30 PHR YANG DIPERKUAT SERAT RAMI  
UNTUK KOMPONEN OTOMOTIF

OLEH

FIKRIA FAWWAZ

D 200 110 007

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 13 Desember 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph. D. (.....)  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Yulianto, ST., MT. (.....)  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Patna Partono, ST., MT. (.....)  
(Anggota II Dewan Penguji)



### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Selasa 13 Desember 2016

Penulis



**FIKRIA FAWWAZ**

**D 200 110 007**

# **PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERBAHAN EBONIT DENGAN KANDUNGAN SULFUR 30 PHR YANG DIPERKUAT SERAT RAMI UNTUK KOMPONEN OTOMOTIF**

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, izod impact dan kekerasan pada komposit berbahan ebonit dengan variasi berat serat rami 0 phr, 30 phr dan 50 phr dan mengetahui hasil permukaan komposit dengan melakukan foto SEM (Scanning Electron microscopy). Bahan pembuatan komposit yang digunakan adalah ebonit yang diperkuat serat rami yang telah direndam NaOH 5% selama 2 jam. Selanjutnya proses pencampuran karet dimulai dari mencampur karet alam dengan bahan kimia dan serat rami dengan menggunakan mesin two roll mill kemudian karet divulkanisasi menggunakan mesin press mold dengan suhu 150°C. Pengujian komposit menggunakan standar ASTM D-638-02 untuk pengujian tarik, ASTM D-256-00 untuk uji izod impact dan SNI 0778:2009 untuk uji kekerasan. Hasil pengujian tarik komposit diperoleh tegangan tertinggi yaitu pada komposit ebonit berat serat rami 30 Phr 32,84 N/mm<sup>2</sup>, Sedangkan untuk regangan tertinggi mempunyai nilai 73% pada komposit ebonit berat serat rami 50 Phr. Dari pengujian kekerasan dan izod impact didapat nilai tertinggi masing-masing 97,70 skala shore A untuk kekerasan dan 31,33 J/mm<sup>2</sup> untuk harga impact pada komposit ebonit berat serat rami 30 Phr. Berdasarkan pengamatan foto SEM yang telah dilakukan disimpulkan bahwa masing-masing komposit serat rami memperlihatkan adanya lubang-lubang udara pada permukaan komposit yang disebabkan hilangnya serat dikarenakan interfacial adhesion antara serat dan matrik sangat buruk.

Kata kunci : komposit, ebonit, serat rami, NaOH.

## **Abstracts**

Purpose of the research was to know tensile strength, izod impact and hardness of ebonit-based material with varied jute fiber weights of 0 Phr, 30 Phr and 50 Phr and to know results of composite surface by using SEM (Scanning Electron microscopy) photograph. Material of the composite was ebonit strengthened with jute fiber that had been immersed in 5% NaOH for 2 hours. Then, process of rubber mix started. Natural rubber mixed with chemical substances and jute fiber by using a two-roll mill machine and the rubber was vulcanized by using mold press machine at 150°C. Test of the composite used standard ASTM D-638-02 for tensile strength, ASTM D-256-00 for izod impact test and SNI 0778:2009 for hardness test. Results of the testing obtained the highest tensile strength of 32.84 N/mm<sup>2</sup> for ebonit composite strengthened with 30 Phr jute fiber. Highest yield strength of 73% was found in ebonit composite with jute fibers of 50 Phr. Hardness test and izod impact test found highest values of 97.70 shore scale for hardness and 31.33 j/mm<sup>2</sup> for izod impact in the ebonite composite with fiber jute of 30 Phr. Based on observation of SEM photographs, it can be concluded that each ebonite composite strengthened with jute fiber indicated air bubbles on surface of the composite that had been caused by very poor interfacial adhesion between the fiber and matrix.

**Key words:** composite, ebonite, jute fiber, NaOH

## **1.PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dampak plastik terhadap lingkungan merupakan akibat negatif yang harus ditanggung alam karena keberadaan sampah plastik, Sebagaimana yang diketahui, bahan plastik yang mulai digunakan sekitar 50 tahun yang silam, kini telah menjadi barang yang tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Diperkirakan ada 500 juta sampai 1 milyar bahan plastik digunakan penduduk dunia dalam satu tahun. Ini berarti ada sekitar 1 juta plastik per menit. Konsumsi berlebih terhadap plastik, pun mengakibatkan jumlah sampah plastik yang besar. Karena bukan berasal dari senyawa biologis, plastik memiliki sifat sulit terdegradasi (non-biodegradable). Plastik diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun hingga dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna. Sampah plastik dapat mencemari tanah, air, laut, bahkan udara.

Oleh sebab itu mengetahui dari sifat plastik yang sangat susah diurai oleh tanah penelitian ini memanfaatkan bahan-bahan alam seperti karet alam dan serat alam sebagai bahan alternatif pengganti plastik pada komponen otomotif walaupun tidak sepenuhnya menggeser bahan bahan plastik tersebut. Salah satu peluangnya adalah pemanfaatan karet alam menjadi komposit yang dipadu dengan serat alam, sehingga menghasilkan produk yang dapat digunakan sebagai substitusi produk plastik yang nondegradable.

Melihat penjelasan diatas maka dilakukan dengan konsep pengembangan komposit berpenguat serat alam berbahan ebonit (*Hard Natural Ebonite*) dengan penambahan sulfur 30 phr dengan variasi berat serat 0 PHR, 30 PHR dan 50 PHR yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti plastik pada komponen otomotif.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kekuatan tertinggi komposit dari uji tarik, uji impact, dan kekerasan pada berat serat rami 0 phr, 30 phr, dan 50 phr terhadap komposit yang berbahan ebonit.
2. Meneliti secara fisis komposit ebonit dengan berat serat 0 phr , 30 phr dan 50 Phr menggunakan pengamatan foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

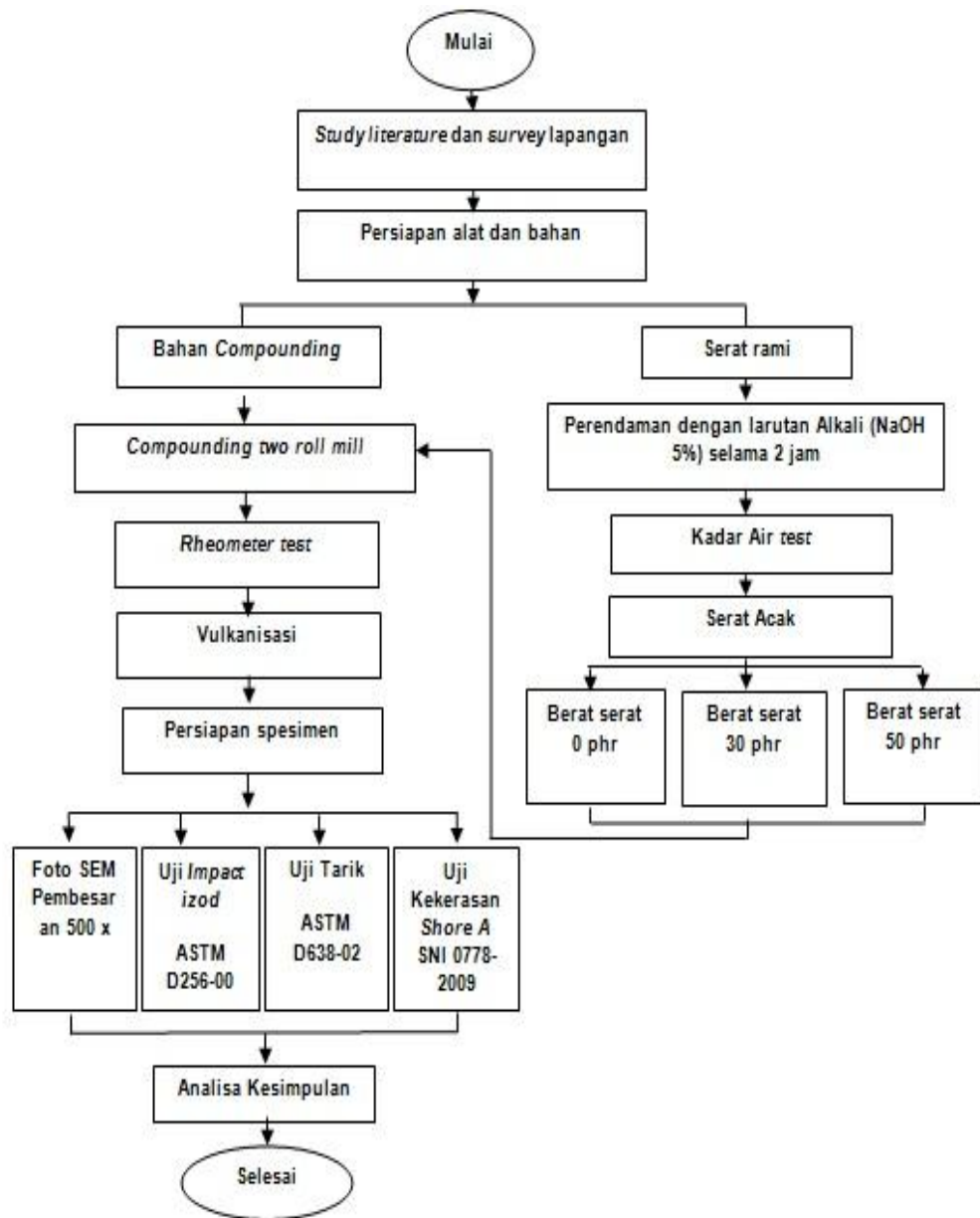
## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian komposit pada tugas akhir ini mengacu komposit penguatan serat (*Fibrous Composite*) yang seratnya diperoleh dari serat rami yang disusun secara acak (*Chopped Fiber Composite*).
2. Bahan karet alam RSS 1 dengan penambahan sulfur 30 phr (*per hundred rubber*).
3. Perlakuan perendaman serat dengan larutan alkali (*NaOH 5 %*) per 1 liter *aquades* dengan perendaman 2 jam.
4. Pemotongan serat rami 20mm.
5. Pengaturan serat dengan menggunakan serat acak.
6. Berat serat yang dipakai adalah 0 phr, 30 phr dan 50 phr.
7. Pembuatan komposit dengan menggunakan metode cetak tekan panas (*Hot Press Mold*).
8. Pengujian komposit secara fisis foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan mekanis (Tarik, kekerasan dan impact).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Alir penelitian



## 2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi literature  
Pencarian data yang berhubungan dengan penelitian dari buku atau laporan yang sesuai, serta meninjau langsung ketempat elektroplating.
2. Persiapan alat dan bahan  
Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian.
3. Proses Perendaman Serat  
Proses Perendaman Serat dilakukan dengan merendam serat pada larutan NaOH 5% selama 2 jam.
4. Proses Pembuatan Komposit  
Proses pembuatan komposit dimulai pembuatan ebonit dengan mencampur bahan –bahan penyusun ebonit pada two roll mill kemudian menambahkan serat pada ebonit yang digiling dengan two roll mill setelah tercampur dengan baik komposit diambil untuk proses selanjutnya.
5. Proses Rheometer  
Proses rheometer untuk mengetahui suhu dan waktu untuk proses vulkanisasi.
6. Proses Vulkanisasi  
Proses vulkanisasi ini untuk mematangkan komposit

## 2.3 Tahapan Pengujian

Adapun tahapan pengujian sebagai berikut :

1. Proses Persiapan Spesimen  
Proses persiapan ini meliputi menyiapkan spesimen uji tarik, uji impact, uji kekerasan dan foto SEM.
2. Pengujian Komposit  
Pengujian tarik dengan standart ASTM D-638-02, pengujian *impact* dengan standar ASTM D-256-00, pengujian kekerasan dengan standar *Shore* ASNI 0778 : 2009, dan foto SEM dengan pembesaran 500 kali.
3. Analisa dan pembahasan  
Mencatat data hasil penelitian dan melakukan pembahasan lebih lanjut. Diharap dapat mempunyai hasil positif.

## 2.4 Alat dan Bahan Pengujian

1. Bahan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian adalah: RSS (*Ribbed Smoke Sheet*), *Carbon Black*, ZnO (*Zinc Oxide*), *Stearic Acid* (Asam Stearat), *Paraffinic Oil*, *MBTS* (*Marcapto Benzhoatizhol Disulfida*), *TMT* (*Tetrametiltiuram Monosulfida*), Sulfur, *BHT* (*Butylated Hidroxy Toluene*), Serat Rami, NaOH, *Aquades*

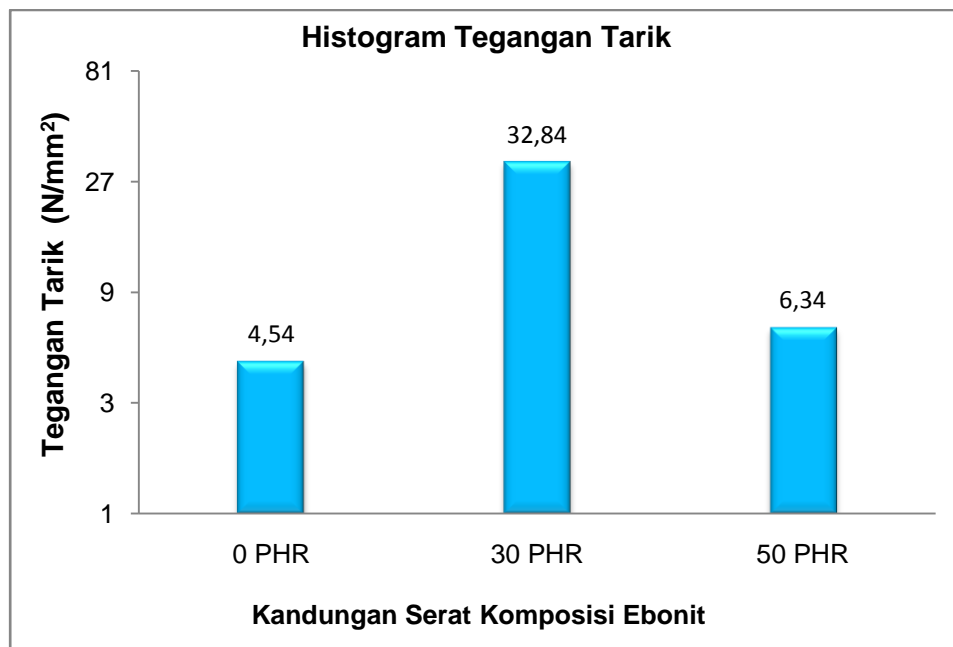
2. Alat yang perlu dipersiapkan dalam penelitian adalah *Two Roll Mill*, *Vulcanizing Press* (Alat Untuk Vulkanisasi Kompon), RheoMeter , Oven, Jangka Sorong, Alat Ukur Kadar Air Dalam Serat, Cetakan (*Mold Dan Frame*), Timbangan Digital, Silicon Oil 100ml, Gelas Ukur.
3. Alat yang digunakan dalam pengujian adalah Alat Uji Tarik, Uji Kekerasan *Shore A*, Alat Uji *Impact Izod*, Alat Foto SEM.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

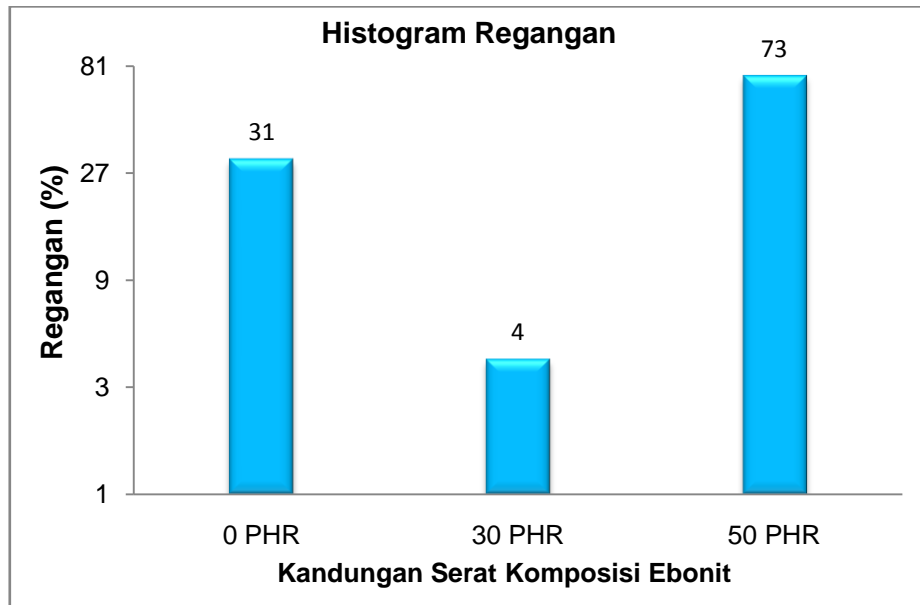
#### 3.1 Hasil Pengujian Tarik Komposit

Tabel 1. Hasil Rata – Rata Pengujian Tarik Komposit

Variasi Komposit	Tegangan Tarik $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan Tarik $\epsilon$ (%)
Ebonit rami 0 Phr	4,54	31
Ebonit rami 30 Phr	32,84	4
Ebonit rami 50 Phr	6,34	73



Gambar 2. Histogram Tegangan Rata – Rata Pada Pengujian Tarik



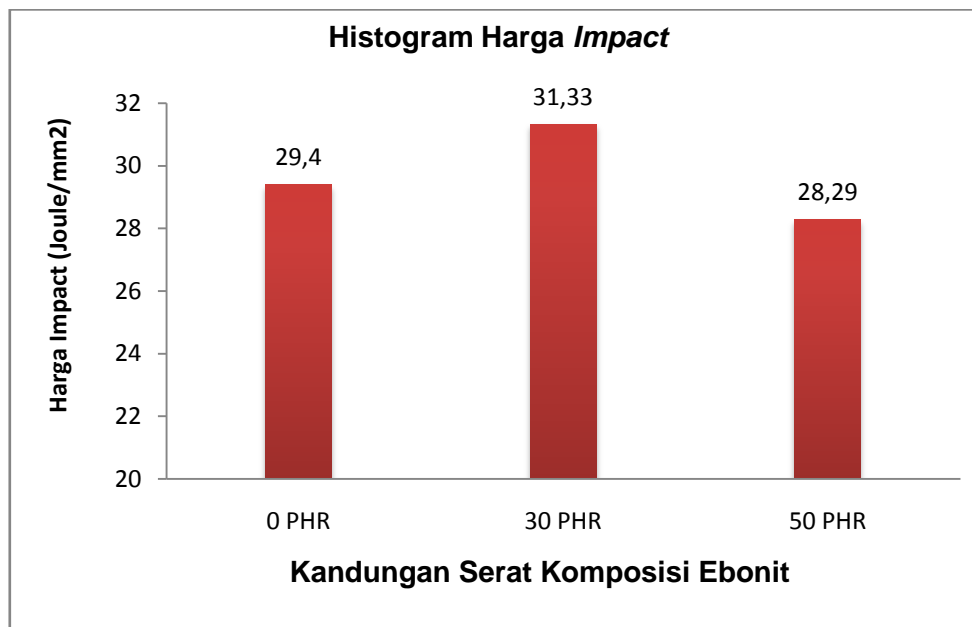
Gambar 3. Histogram Regangan Rata – Rata Pada Pengujian Tarik

Pada hasil pengujian tarik yang telah dilakukan bahwa tegangan tarik yang tinggi diperoleh pada komposit ebonit berat serat rami dengan nilai 32,84 N/mm<sup>2</sup> yaitu dengan berat serat 30 Phr. Sedangkan pada komposit ebonit berat serat rami 50 Phr nilai tegangan tariknya sebesar 6,34 N/mm<sup>2</sup> dan pada komposit ebonit berat serat rami 0 Phr mempunyai nilai paling rendah yaitu sebesar 4,54 N/mm<sup>2</sup>. Untuk regangan tertinggi didapat pada komposit ebonit berat serat rami 50 Phr dengan nilai 73% untuk komposit ebonit berat serat rami 30 Phr memiliki nilai sebesar 4%, dan komposit ebonit berat serat rami 0 Phr mempunyai nilai sebesar 31%. Dilihat dari hasil hubungan tegangan dan regangan diatas komposit ebonit dengan berat serat rami 30 Phr memiliki nilai paling optimum dibandingkan dengan komposit ebonit serat rami lainnya, dikarenakan komposit dengan kandungan berat serat rami 30 Phr memiliki kematangan sempurna pada saat vulkanisasi dan pada komposit ini terjadi ikatan silang atau crosslink yang tinggi dibandingkan dengan komposit ebonit berat serat 0 phr dan 50 phr.

### 3.2 Hasil Pengujian *Impact Izod*

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Pengujian *Impact Izod*

Variasi Komposit	Harga <i>Impact HI</i> (Joule/mm <sup>2</sup> )
Ebonit rami 0 Phr	29,40
Ebonit rami 30 Phr	31,33
Ebonit rami 50 Phr	28,29



Gambar 4. Histogram harga impact Rata-Rata Pada Komposit

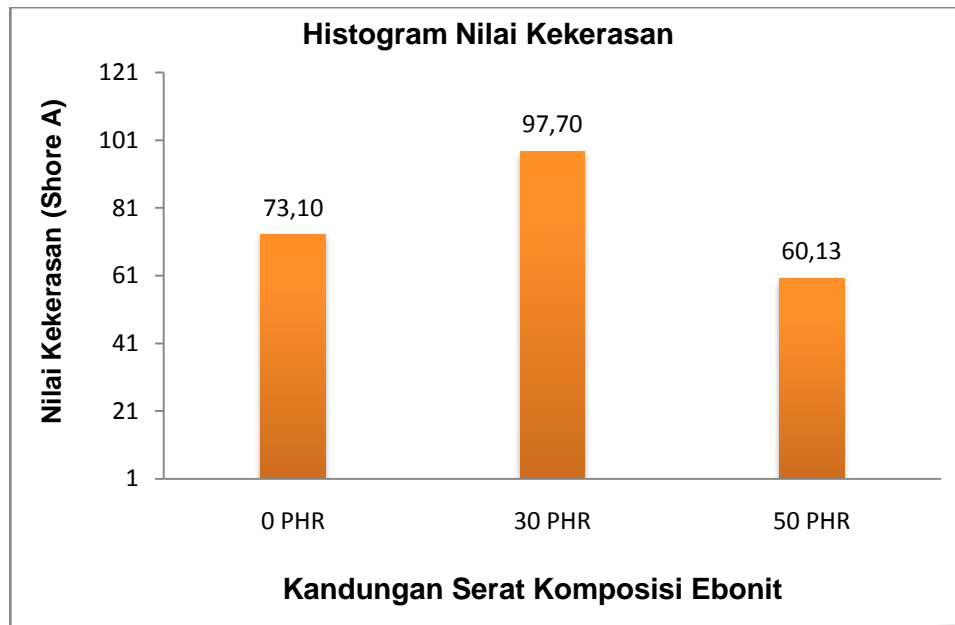
Dari data yang diperoleh komposit ebonit berat serat rami 50 Phr mempunyai nilai impak paling rendah apabila dibandingkan dengan komposit ebonit berat serat rami 30 Phr dan komposit ebonit berat serat rami 0 Phr. Karena semakin besar beban yang diberikan maka energi impaknya semakin kecil. Dengan semakin banyaknya serat yang terkandung dalam komposit sebagai penguat tidak menjamin harga impaknya tinggi dikarenakan komposit ebonit dengan berat

serat rami 50 phr memiliki beban kejut yang kurang baik dibandingkan dengan komposit ebonit kandungan berat serat rami 30 phr atau bisa jadi disebabkan oleh kematangan vulkanisasinya tidak merata dan terjadi *blooming* (migrasi belerang kepermukaan barang jadi).

### 3.3 Hasil Pengujian Kekerasan Komposit.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Kekerasan Komposit

Variasi Komposit	Kekerasan ( <i>Shore A</i> )
Ebonit Rami 0 Phr	73,10
Ebonit Rami 30 Phr	97,70
Ebonit Rami 50 Phr	60,13



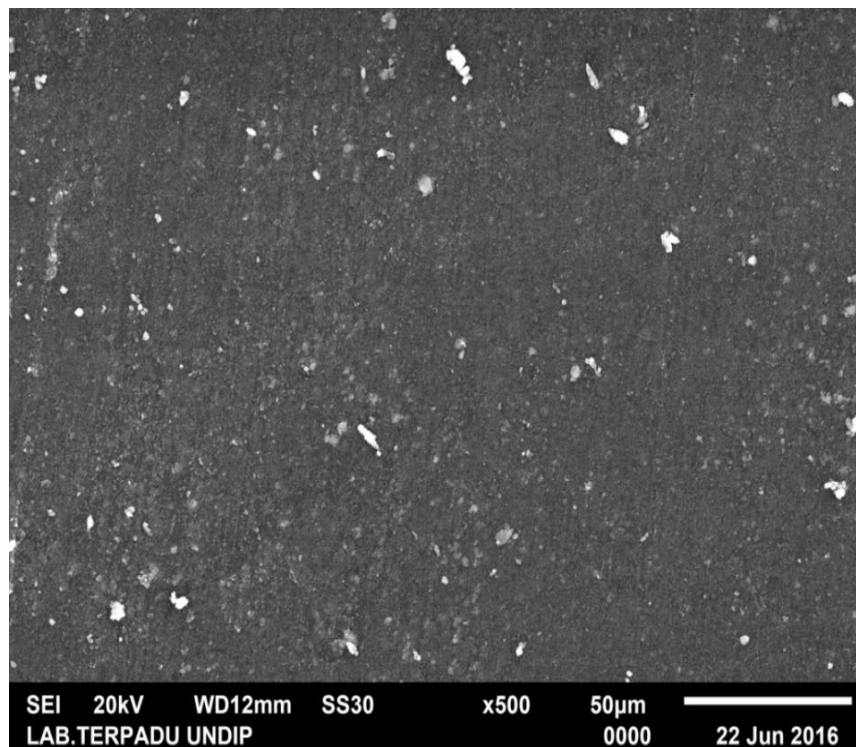
Gambar 5. Histogram Kekerasan Rata-Rata Pada Komposit

Dari data diatas komposit ebonit berat serat rami 30 Phr memiliki nilai kekerasan paling optimum 97,70 skala shore A dibandingkan dengan komposit ebonit berat serat rami 0 dan 50 Phr. Hal dapat dikatakan tingkat kematangan optimum dari masing-masing kompon berbeda, dari data tersebut diperkirakan

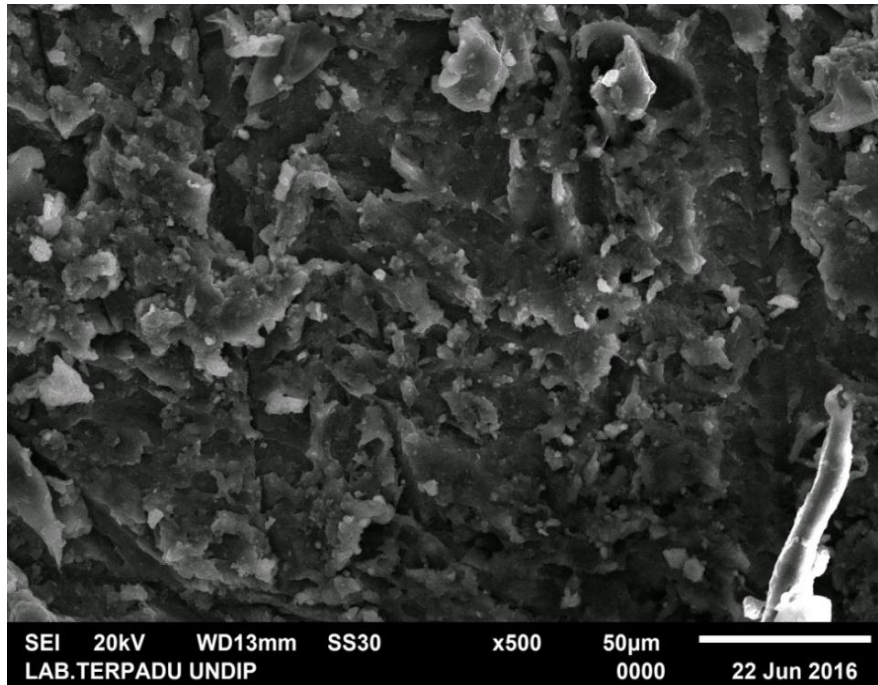
bahwa komposit ebonit berat serat rami 30 phr memiliki waktu vulkanisasi yang sempurna dan kekerasan vulkanisatnya akan terus bertambah sebagai indikasi terbentuknya ikatan silang molekul berelang dengan molekul karet semakin banyak. Tetapi apabila vulkanisasi dilanjutkan terus menerus sampai melebihi waktu yang dibutuhkan, akan terjadi peruraian ikatan silang bahkan bisa juga terjadi degradasi pada molekul karet sehingga kekerasannya akan menurun.

### 3.4 Data Hasil Foto SEM

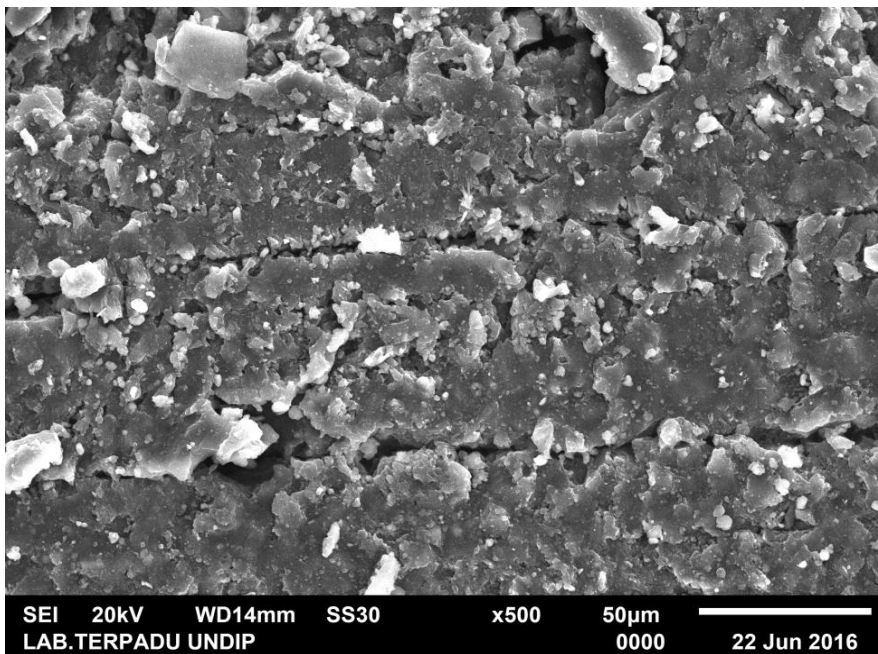
Hasil foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada Komposit berat serat 0 phr, 30 phr dan 50 phr.



Gambar 6. Foto SEM Komposit Ebonit berat Serat Rami 0 Phr



Gambar 7. Foto SEM Komposit Ebonit berat Serat Rami 30 Phr



Gambar 8. Foto SEM Komposit Ebonit berat Serat Rami 50 Phr

Berdasarkan pengamatan foto SEM yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa masing-masing dari komposit berat serat rami 0 Phr, 30 Phr dan 50 Phr yang dilakukan foto SEM memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lainnya, seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dan 4.7 komposit serat rami 30 Phr dan 50 Phr, memperlihatkan adanya lubang-lubang pada permukaan matrik yang disebabkan oleh hilangnya serat yang semestinya berada disitu, hal ini terjadi karena *interfacial adhesion* antara serat dan matrik sangat buruk. Terjadi kondisi dimana matrik hanya membungkus serat tanpa ada ikatan yang kuat. Lubang-lubang tersebut disebabkan karena pada proses pembuatan kompon menggunakan mesin *two roll mill* pencampuran bahan-bahan kimia dan serat masih belum bisa tercampur dengan rata sehingga belum dapat terjadi adeshi dengan baik.

#### 4. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data hasil pengujian tarik komposit ebonit, pengujian kekerasan dan pengujian *Izod* Impak diperoleh nilai rata-rata :
  - Tegangan tertinggi rata-rata diperoleh pada komposit ebonit berat serat rami 30 phr yaitu 6,814 MPa.
  - Regangan tertinggi rata-rata diperoleh pada komposit ebonit berat serat rami 50 phr sebesar 34,667 %.
  - Kekerasan tertinggi rata-rata pada komposit ebonit berat serat rami 30 phr yaitu 87,2 skalashore A.
  - Harga Impak tertinggi rata-rata pada komposit ebonit berat serat rami 30 phr 30,847 J/mm<sup>2</sup>
2. Berdasarkan hasil analisa foto SEM (*Scanning Electron Microscopy*) tampak terlihat lubang-lubang udara pada permukaan matrik yang disebabkan hilangnya serat yang semestinya berada disitu, hal ini terjadi dikarenakan *interfacial*



adhesion antara serat dan matrik sangat buruk sehingga matrik hanya membungkus serat tanpa ikatan yang kuat.

### **PERSANTUNAN**

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini tugas akhir berjudul **“PENGEMBANGAN KOMPOSIT BERBAHAN EBONIT DENGAN KANDUNGAN SULFUR 30 PHR YANG DIPERKUAT SERAT RAMI UNTUK KOMPONEN OTOMOTIF”** dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, sebagai dekan fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST, M.Sc, Ph.D, selaku ketua jurusan teknik mesin.
3. Bapak Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D., selaku pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik, sabar dan ramah.
4. Bapak Agus Yulianto, ST., MT., selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan mengoreksi dalam penyusunan tugas akhir ini dengan baik, sabar dan ramah.
5. Semua dosen teknik mesin yang telah memberikan banyak ilmu dan dorongan yang sangat membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini dengan baik.
6. Bapak, Ibu, dan adik tercinta yang tiada henti memberikan motivasi dan do'a kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini.
7. Teman - teman satu kelompok, satu angkatan terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun akansangat bermanfaat bagi penulisan laporan selanjutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Altari, 2015 *Pengembangan Komposit dari Karet Ebonit dengan Penguat Serat Rami untuk Komponen Otomotif Penutup Spion Sepeda Motor*, Tugas Akhir S-1, teknik Mesin Universitas Muhammadiyah surakarta, Surakarta.
- Arizal, R., 2007. *Bahan Kimia Kompon Karet*, Departemen Perdagangan Jakarta.
- Arizal, R., 2007. *Karet Alam Dan Karet Sintetis*, Departemen Perdagangan, Jakarta.
- Apriyantono, 2008. *Karet Budidaya dan Pengolahan*. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- ASTM Internasional, 2002. *ASTM D638-02 Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastic*. America Society for Testing and Material, Philadelphia.
- ASTM Internasional, 2000. *ASTM D256-00 Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics*. America Society for Testing and Material, Philadelphia.
- ASTM Internasional, 2000. *ASTM D570-98 Standard Test Methods for water absoption of Plastics*. America Society for Testing and Material, Philadelphia.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional), 2009. *SNI 0778:2009 Sol Karet Cetak*. Standar Nasional Indonesia.
- C.Alves, P.M.C Rerrao, A.J.Silva, L.G.Reis, M.Rreitas, L.B. Rodrigues, D.E. Alves *Design Of Aoutomotive Components Making Use Of Natural Jute Fiber Composites*. Journal Of Cleaner Production 18 (2010) 313-327. Content List Aavailable At ScienceDirect.
- Eri H. Hayakawa, Hiroyuki Matsuoka., 2016, *Detailed methodology for high resolution scanning electron microscopy (SEM) of murine malaria parasitized-erythrocytes*. Jichi Medical University. Japan

- Gibson, 1994., *Principle Of Composite Material Mechanic*. McGraw-Hill International Book Company, New York.
- Jones R.M., 1975. *Mechanics Of Composite Material*. Professor of Engineering Science and Mechanics Virginia Polytecnic Institute and State University Blackburg, Virginia.
- Honggokusumo, S., 1994, *Kimia dan Teknologi Vulkanisasi*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet, BPT, Bogor.
- Pruttipong Pantamanatsopa, Warunee Ariyawiriyanan, Tawatchai Meekeaw, Rattiyakorn Suthamyang, Ketsara Arrub and Hiroyuki Hamada. *Effect Of Modified Jute Fiber On Mechanical Properties Of Green Rubber Composites*. Energi Procedia.
- Mauliddina dkk, 2011, *Buku Pintar Kimia Asam, Basa, dan Garam*. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Maurya, G.P., 1980, *Rubber Technology and Manufacture*. Small Business Publications, Delhi.
- Surdia, T. and Saito, S., 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*. 3nd edition, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Trewin, N., 1988. *Use of the Scanning Electron Microscope in sedimentology, in Tucker, M. (Ed), Techniques in sedimentology. Blackwell Science Oxford 88 (1988)*.