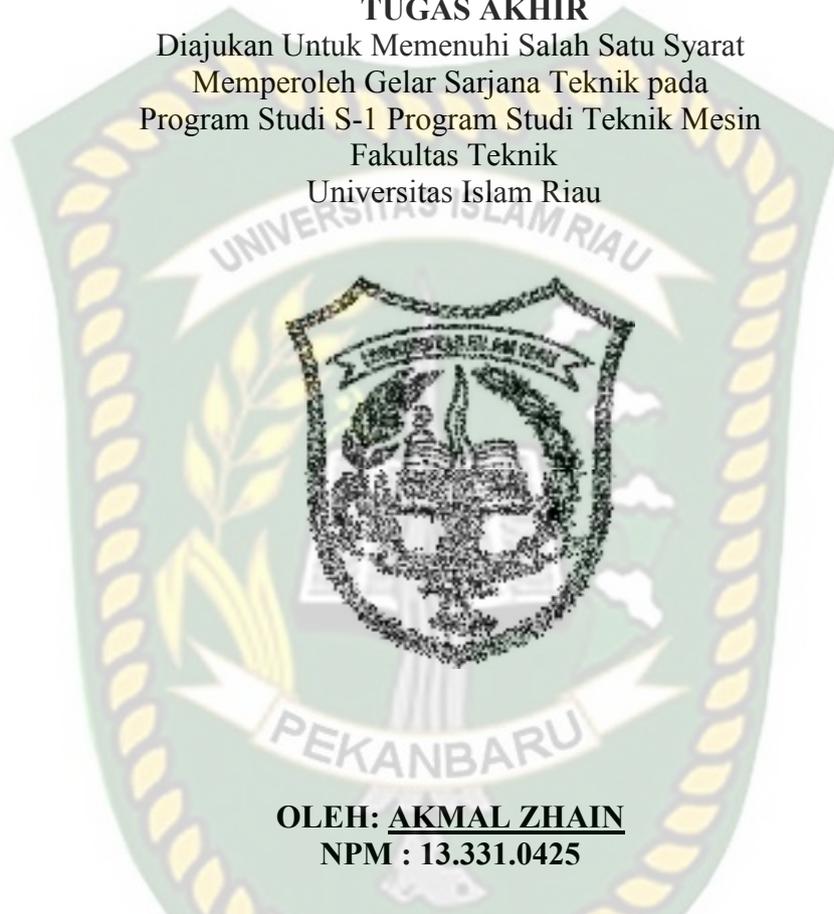


**ANALISA VARIASI CAMPURAN ABU BOILER DENGAN  
RESIN DAN KATALIS TERHADAP KERAPATAN DAN  
MIKROSTRUKTUR TERHADAP PELLET KOMPOSIT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau



**OLEH: AKMAL ZHAIN**  
**NPM : 13.331.0425**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicopot Gelar dan Ijazah jika ditemukan pemalsuan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, Januari 2021



AKMAL ZHAIN  
NPM 13.331.0425

## KATA PENGANTAR

**Assalamualaikum, Wr. Wb.**

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kita masih diberi kesehatan, kesempatan untuk menikmati iman dan islam serta penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sarjana ini sesuai dengan penulis harapkan. Tidak lupa kita ucapkan shalawat beriring salam kita hadiahkan kepada nabi besar Muhammad SAW berkat perjuangannya kita dapat menikmati dan merasakan ilmu pengetahuan hingga saat ini.

Tugas sarjana dan seminar ini yang berjudul “**ANALISA VARIASI CAMPURAN ABU BOILER DENGAN RESIN DAN KATALIS TERHADAP KERAPATAN DAN MIKROSTRUKTUR TERHADAP PELLET KOMPOSIT**”. Penulisan tugas sarjana dan seminar ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum akademis guna memperoleh gelar sarjana teknik mesin Universitas Islam Riau. Selain itu penulis Tugas Akhir ini juga bertujuan agar mahasiswa bisa berfikir secara logis dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikiran secara sistematis dan terstruktur.

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bimbingan, doa-doa serta dukungan-dukungan yang tak terhingga yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat mencapai tujuan yang diharapkan dari adanya penelitian yang dilakukan.

Pekanbaru, 2020

Penulis

Akmal Zhain

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Sistematika penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Abu Boiler.....	6
2.2 Resin.....	9
2.2.1 Resin Epoxy.....	10
2.2.2 Resin Polyster.....	11
2.2.3 Resin Acrylic.....	12
2.3 Katalis .....	13
2.3.1 Katalis Homogen.....	15
2.3.2 Katalis Heterogen.....	15
2.4 Fungsi Katalis .....	16

2.5 Penggolongan Katalis .....	18
2.6 Komposit.....	20
2.7 Karbon Aktif.....	21
2.8 Pengamatan Metalography .....	24
2.9 Kerapatan .....	26
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan waktu penelitian .....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	28
3.3.1 Alat.....	28
3.3.2Bahan .....	33
3.3 Prosedur Penelitian .....	35
3.3.1Langkah Pembuatan.....	35
3.4 Uji Kerapatan.....	38
3.5 Uji Mikrostruktur.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Pengujian Makro.....	41
4.2 Hasil Uji Kerapatan.....	43
4.2.1 Grafik Kerapatan.....	45
4.3 Pengujian Porositas .....	46
4.4.1 Gambar area porositas 65% : 35%.....	51
4.4.2 Gambar area porositas 55% : 45%.....	52
4.4.3 Gambar area porositas 45% : 55%.....	54
4.4.4 Grafik Porositas.....	56

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 57

5.2 Saran ..... 58

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 59



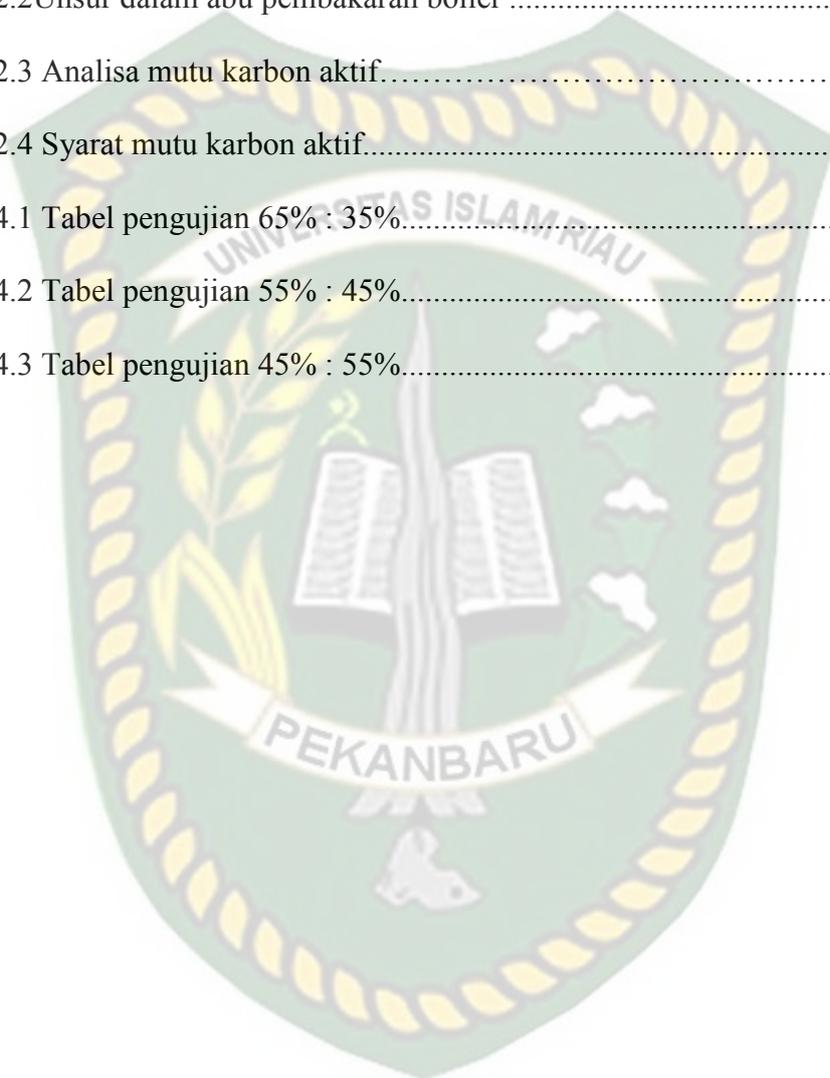
Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abu boiler .....	7
Gambar 2.2 Resin Epoxy .....	10
Gambar 2.3 Resin Polyster.....	11
Gambar 2.4 Resin Acrylic.....	12
Gambar 2.5 Katalis.....	13
Gambar 3.1 Laboratorium Teknik Mesin (UIR).....	27
Gambar 3.2 Breaker Glass .....	28
Gambar 3.3 Spatula.....	29
Gambar 3.4 Sarung Tangan.....	29
Gambar 3.5 Timbangan Analitik .....	30
Gambar 3.6 Alat Uji Mikrostruktur .....	31
Gambar 3.6 Press Hidrolik.....	31
Gambar 3.7 Kertas alumunium .....	32
Gambar 3.8 Cetakan.....	32
Gambar 4.1 Pengujian Makro 65% : 35% .....	41
Gambar 4.2 Pengujian Makro 55% : 45% .....	42
Gambar 4.3 Pengujian Makro 45% : 55% .....	43
Gambar 4.4 S Grafik Kerapatan.....	45
Gambar 4.5 Gambar area porositas .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan cangkang dan serabut kelapa sawit.....	7
Tabel 2.2 Unsur dalam abu pembakaran boiler .....	9
Tabel 2.3 Analisa mutu karbon aktif.....	23
Tabel 2.4 Syarat mutu karbon aktif.....	23
Tabel 4.1 Tabel pengujian 65% : 35%.....	45
Tabel 4.2 Tabel pengujian 55% : 45%.....	47
Tabel 4.3 Tabel pengujian 45% : 55%.....	49



## DAFTAR NOTASI

SIMBOL	ARTI	SATUAN
$\rho$	Masa jenis	$g/cm^3$
m	Massa	g
v	Volume	$cm^3$



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

# ANALISA VARIASI CAMPURAN ABU BOILER DENGAN RESIN DAN KATALIS TERHADAP KERAPATAN DAN MIKROSTRUKTUR TERHADAP PELLET KOMPOSIT

Nama Mahasiswa : Akmal Zhain  
NPM : 133 310 425  
Jurusan : Teknik Mesin  
Dosen Pembimbing : Dr.Dedikarni, ST.,M.S.c

## Abstrak

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat dari material pembentuknya berbeda-beda. Maka akan menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu fase kontinu(matriks) dan fase diskontinu(penguat). Disini, akan dilakukan penelitian tentang abu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dengan campuran resin polyster dan karbon grafit sebagai bahan penguat komposit untuk mendapatkan nilai optimum dari uji kerapatan dan mikrostruktur dari campuran abu sisa pembakaran boiler kelapa sawit dan resin polyster.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian Mikrostruktur dan Kerapatan untuk mendapatkan karakteristik komposit yang diperkuat dengan limbah abu boiler yang digunakan untuk aplikasi plat. Uji mikrostruktur adalah suatu metode yang digunakan untuk mendapatkan gambar struktur makro dan area porositas.

Dari hasil pengujian mikrostruktur terlihat campuran bahan abu dan resin merubah permukaan dari plat. Sedangkan untuk nilai porositas tertinggi didapatkan pada komposisi 65% LAB : 35% RP dengan 5%. Untuk nilai kerapatan didapat nilai 0,6gr/cm<sup>3</sup> komposisi 65% LAB : 35RP, 0,5gr/cm<sup>3</sup> komposisi 55% LAB : 45% RP, 0,45 gr/cm<sup>3</sup> komposisi 45% LAB : 55% RP.

**Kata Kunci : Komposit, Kerapatan, Mikrostruktur, Porositas**

ANALYSIS OF BOILER ASH MIXED VARIATION WITH RESIN AND  
CATALYST OF FIBERATION AND MICROSTRUCTURE TO COMPOSITE  
PELLETS

**Nama Mahasiswa : Akmal Zhain**  
**NPM : 133 310 425**  
**Jurusan : Teknik Mesin**  
**Dosen Pembimbing : Dr.Dedikarni, ST.,M.S.c**

***Abstrack***

Composite is a material that is formed from a combination of two or more materials, where the properties of the forming material are different. Then it will produce a composite that has different mechanical properties and characteristics from the forming material. Composites consist of 2 main parts, namely the continuous phase (matrix) and the discontinuous phase (amplifier). Here, research will be carried out on the ash from the combustion of oil palm shells with a mixture of polyster resin and graphite carbon as a composite reinforcing material to obtain the optimum value from the density and microstructure test of the mixture of ash from the combustion of oil palm boiler and polymer resin.

In this study, microstructure and density testing were carried out to obtain the characteristics of the composite reinforced with boiler ash waste used for plate applications. Microstructural test is a method used to obtain images of macro structures and areas of porosity.

From the results of microstructural testing, it can be seen that the mixture of ash and resin changes the surface of the plate. Meanwhile, the highest porosity value was found in the composition of 65% LAB: 35% RP with 5%. For density values obtained values of  $0.6 \text{ [(gr / cm)}^3]$  composition 65% LAB: 35RP,  $0.5 \text{ [(gr / cm)}^3]$  composition 55% LAB: 45% RP,  $0.45 \text{ [(gr / cm)}^3]$  composition 45% LAB: 55% RP.

**Keywords:** Composite, Density, Microstructure, Porosity

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pohon kelapa sawit merupakan tanaman yang memiliki kegunaan cukup banyak karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak. Penghasilan minyak kelapa sawit Indonesia saat ini sudah mencapai 6,5 ton pertahun dan diperkirakan setiap tahunnya akan meningkat menjadi 15 ton pertahun, karena terjadinya perluasan lahan (Kasnawati,2011). Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia setelah Malaysia. Produksi minyak kelapa sawit Indonesia menjadi produsen ekspor minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Pada musim panen 2009/10 Indonesia menghasilkan 21 juta ton minyak kelapa sawit, karena hampir setengah dari hasil produksi minyak kelapa sawit dunia yang berjumlah 45 juta ton berasal dari Indonesia. Sekitar 18 juta ton lainnya berasal dari Malaysia. Beberapa tahun kedepan diperkirakan Indonesia berada di posisi pertama. Investasi kelapa sawit cukup menjanjikan, karena permintaan dari tahun ketahun terus mengalami peningkatan yang cukup besar, dari dalam negeri tetapi juga diluar negeri. Menurut data dari Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DMP PTSP) Riau, luas perkebunan kelapa sawit di Riau tahun 2018 tercatat seluas 2.424.545. Luas perkebunan kelapa sawit sekarang ini lebih dari setengah luas Propinsi Riau secara keseluruhan yang hanya 8,7 juta hektar lebih. Perkebun kelapa sawit tersebut terdiri dari kebun kelapa sawit

milik perorangan dan perusahaan. Perkebun kelapa sawit terluas berada di Kabupaten Rokan Hulu dengan luas 422.861 hektar. Setelah itu di ikuti oleh Kampar seluas 416.393 hektar, Pelalawan seluas 306.977 hektar, di Rohil seluas 281.474 hektar, di Inhil seluas 228.052 hektar, dan di Bengkalis seluas 183.687 hektar. Industri pengolahan minyak kelapa sawit atau CPO (Cruded Palm Oil) akan menghasilkan limbah industry dari pembakaran boiler. Limbah ini digolongkan menjadi limbah padat cair dan gas (Purwanto, D.2011).

Hasil pembakaran boiler akan menyisakan produk samping seperti abu layang sebesar  $\pm 100$  kg/minggu dan abu kerak boiler sekitar 3 sampai dengan 5 ton/minggu. Oleh karena itu, limbah abu boiler ini perlu di dimanfaatkan agar tidak mencemari lingkungan (Mulia, 2007). Abu sisa pembakaran boiler kelapa sawit merupakan limbah dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit di dalam dapur atau tungku pembakaran (boiler) dengan suhu  $700^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $800^{\circ}\text{C}$  (Elhusna, dkk, 2013).

Plat komposit perlu dicampurkan abu dari pembakaran boiler kelapa sawit, resin dan katalis untuk menghasilkan pellet komposit, ini bertujuan agar pellet tersebut bisa menjadi padat dan di uji untuk bisa di aplikasikan untuk papan komposit.

Plat adalah sediaan padat, yang dibuat secara kempa cetak berbentuk rata atau segi empat. Supaya sampel plat sepenuhnya sesuai dengan standar aplikasi maka perlu di teliti seperti mikrostruktur, porositas dan kerapatannya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Berapakah jumlah perbandingan campuran abu boiler yang sesuai dalam pembuatan komposit ?
2. Berapakah jumlah perbandingan campuran resin dan katalis dalam pembuatan komposit ?
3. Bagaimana pengaruh variasi campuran abu boiler dan resin terhadap kerapatan, mikrostruktur dan porositas ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan pemanfaatan limbah abu boiler dalam pembuatan komposit.
2. Untuk mendapatkan variasi campuran abu boiler dan resin dalam pembuatan komposit.
3. Untuk mendapatkan pengaruh kerapatan, mikrostruktur dan porositas dalam pembuatan komposit.

#### 1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek yang diteliti adalah pellet komposit dari limbah abu boiler dan bahan pengikat resin polyster.
2. Persentase campuran :
  - a. 65% limbah abu boiler + 35% resin polyster
  - b. 55% limbah abu boiler + 45% resin polyster
  - c. 45% limbah abu boiler + 35% resin polyster
3. Pengujian yang akan dilakukan meliputi uji kerapatan, mikrostruktur dan porositas.
4. Komposit tersebut dari bahan limbah abu boiler yang dicampurkan dengan bahan pengikat dan di press menggunakan mesin press hidrolis.

#### 1.5. Sistematika penulisan

Penyusunan ini bisa dijadikan untuk tugas akhir terbagi dalam lima bab secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

##### **Bab I   Pendahuluan**

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

## **Bab II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan tentang komposit, limbah abu boiler dan bahan pengikat (resin polyster) dibahas.

## **Bab III Metodologi Penelitian**

Pada bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan dan prosedur penelitian.

## **Bab IV Hasil Dan Pembahasan**

Pada bab ini berisi analisa terhadap hasil pengolahan data yang sudah dilakukan sesuai dengan teori yang sudah ada.

## **Bab V Kesimpulan Dan Saran**

Pada bab ini berisikan mengenai kesimpulan dari hasil pengolahan data dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Abu Boiler

Abu pembakaran boiler adalah abu yang dihasilkan dari hasil pembakar didalam dapur boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran boiler ini adalah campuran dari cangkang dan serat fiber dari kelapa sawit itu sendiri. Agar kualitas uap yang dihasilkan dari ketel uap sesuai dengan yang diinginkan/dibutuhkan maka dibutuhkan sejumlah panas untuk menguapkan air tersebut, dimana panas tersebut diperoleh dari pembakaran bahan bakar di ruang bakar ketel. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna didalam ketel maka diperlukan beberapa syarat, yaitu:

1. Perbandingan pemakaian bahan bakar harus sesuai (cangkang dan serabut)
2. Udara yang dipakai harus mencukupi
3. Waktu yang diperlukan untuk proses pembakaran harus cukup.
4. Panas yang cukup untuk memulai pembakaran
5. Kerapatan yang cukup untuk merambatkan nyala api

Dalam pabrik kelapa sawit, ketel uap (boiler) merupakan bagian terpenting karena boiler berperan penting sebagai sumber tenaga dan sumber uap yang akan dipakai untuk mengolah kelapa sawit. Ketel uap merupakan suatu alat konversi energi yang mengubah air menjadi uap bersuhu sekitar 2500-3000 °F dengan cara pemanasan dan panas yang dibutuhkan air untuk

penguapan diperoleh dari pembakaran bahan bakar pada ruang bakar ketel uap.



Gambar 2.1 : Abu sisa pembakaran boiler

Sumber : PT. LIL

Hasil pembakaran limbah kelapa sawit menyisakan produk samping seperti abu layang sebesar  $\pm 100$  kg/minggu dan abu kerak boiler sekitar 3 sampai dengan 5 ton/minggu (Mulia, 2007). Abu boiler kelapa sawit merupakan limbah dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit di dalam dapur atau tungku pembakaran (boiler) dengan suhu  $700^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $800^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 2.1 komposisi abu cangkang dan serabut kelapa sawit

Senyawa	Berat (%)
SiO <sub>2</sub>	45.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.91
CaO	11.16
Na <sub>2</sub> O	0.09
K <sub>2</sub> O	4.91

Sumber: Nugroho, 2013

Menurut Graille (1985) cangkang kelapa sawit memiliki kandungan silika terbanyak dibandingkan limbah padat industri minyak sawit lainnya. Abu cangkang sawit hasil pembakaran banyak mengandung silika. Abu cangkang kelapa sawit juga mengandung kation anorganik seperti kalium dan natrium. Adapun komposisi abu hasil pembakaran serat dan cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Table 2.2 Komposisi abu cangkang kelapa sawit

Unsur / Senyawa	Serat (%)	Cangkang (%)
Kalium (K)	9.2	7.5
Natrium (Na)	0.5	1.1
Kalsium (Ca)	4.9	1.5
Magnesium (Mg)	2.3	2.8
Klor (Cl)	2.5	1.3
Karbonat (CaCO <sub>3</sub> )	2.6	1.9
Nitrogen(N)	0.04	0.05
Pospat (P)	1.4	0.9
Silika (SiO <sub>2</sub> )	59.1	61

## 2.2 Resin

Resin adalah salah satu bahan yang sering digunakan untuk membuat kerajinan seperti gantungan kunci, gelang, kalung, anting-anting, plakat, lapisan *meubel*, bahkan sampai pada pembuatan kapal.

Ada beberapa jenis resin yang dijual dipasaran, berikut adalah jenis-jenis resin yang sering digunakan dalam kerajinan maupun industri:

### 2.2.1 Resin Epoxy

Resin epoxy adalah resin yang memiliki kualitas terbaik diantara semua jenis resin yang ada dipasaran, namun resin epoxy memiliki harga jual yang cukup mahal disbanding dengan jenis resin lainnya. Resin epoxy biasanya memiliki kekuatan 3x lipat dibandingkan dengan resin lainnya. Resin epoxy mengandung serat karbon (Carbon Fiber), serat kaca (Fiberglass) dan aramid atau Kevlar yaitu sejenis sintetis yang tahan terhadap panas dan benturan. Senyawa ini biasa digunakan dalam bidang pertahanan militer.



Gambar 2.2 : Resin Epoxy

Sumber : Wikipedia 2015

Resin epoxy memiliki beberapa kekurangan, namun kelebihan yang dimiliki resin epoxy juga tidak kalah. Selain memiliki kekuatan yang baik, hasil akhir yang diberikan oleh resin epoxy pun sangat baik. Permukaan mediator atau benda yang dilapisi dengan resin epoxy akan tanpa berkilau dan mengkilat. Pada pemakaian resin epoxy tidak perlu repot melakukan proses *finishing* karena permukaan yang dihasilkan sudah cukup bagus dan tidak lengket. Oleh karena manfaatnya tersebut,

selain dapat digunakan untuk bidang pertahanan militer, perkapalan dan industri, resin epoxy ini juga bagus digunakan dalam kerajinan seperti hiasan rumah, gantungan kunci, batu perhiasan, dan lainnya.

### 2.2.2 Resin Polyester

Untuk resin polyester ini memiliki harga yang jauh lebih murah jika dibandingkan dengan resin epoxy, oleh karena itu kualitasnya pun juga di bawah resin epoxy. Untuk warna yang dihasilkan oleh resin polyester sendiri cukup bening namun pada akhir kurang bening jika dibandingkan dengan resin epoxy (sedikit buram dan kekuningan). Selain itu resin ini memiliki aroma yang cukup tajam. Resin polyester juga tidak dapat mengering sempurna jika tidak diberi katalis atau hardener.



Gambar 2.3 : Resin Polyester

Sumber : Wikipedia 2015

Sedangkan untuk resin polyester memiliki kekurangan apabila dicampur dengan katalis yang berlebih, maka campuran akan bersuhu sangat tinggi bahkan bisa

terbakar. Sebaliknya, jika katalis terlalu sedikit akan menyebabkan hasil akhir resin tidak kering sempurna.

Resin polyester tidak disarankan untuk digunakan sebagai alat perekat karena kekuatan rekatan yang kurang baik. Resin ini juga kurang cocok digunakan pada benda-benda berat. Namun apabila resin polyester ini diaplikasikan dengan tepat, maka dapat dimanfaatkan untuk banyak hal seperti *coating* lantai, *casting* dan material pelapis pada pembuatan komposit. Meskipun resin polyester terkesan kurang bagus, namun banyak juga yang menjadikan resin jenis ini sebagai bahan utama pembuatan kerajinan seperti gantungan kunci dan lainnya. Akan tetapi, karena sifat resin polyester ini yang dirancang khusus agar permukaan akhir tetap lengket, maka harus melakukan *finishing* untuk menghilangkan sifat lengket dari resin tersebut.

### 2.2.3 Resin Acrylic

Resin Acrylic ialah resin termoplastis yang merupakan senyawa komponen non metalik yang dibuat secara sintetis dari bahan-bahan organik. Secara kimia, resin acrylic ini dinamakan polimetil metakrilat yang terbuat dari minyak bumi, gas bumi atau arang batu. Dalam pengaplikasian resin acrylic, biasanya dicampur dengan beberapa material seperti polimer, bubuk kering, akrilik, monomer metil metakrilat, katalis atau *hardener*,



Gambar 2.4 : Resin Acrylic

Sumber : Wikipedia 2015

cairan tipis serta peroksida organik. Penerapannya pun membutuhkan *autoclave* atau tekanan hidrolik yang berfungsi untuk mengurangi tekanan gelembung udara serta menghindari tekanan internal yang dihasilkan oleh reaksi eksotermis penghasil debu beracun monomer dan uapnya.

Selain digunakan untuk lapisan pelindung, resin acrylic juga biasa digunakan untuk sebuah wadah atau tempat mengingat sifatnya yang dapat dibentuk berulang kali dan dengan bentuk yang fleksibel. Resin jenis ini juga digunakan untuk bidang kedokteran yaitu sebagai pembuat gigi palsu. Kekuatan resin acrylic pun cukup kuat tergantung dengan campuran dan pembentukan material ini. Akan tetapi perlu diingat, untuk penerapan resin ini sebaiknya dilakukan oleh tenaga ahli profesional.

### 2.3 Katalis

Katalis adalah suatu senyawa kimia yang membuat reaksi menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi diakhir reaksi. Katalis tidak mengubah nilai kesetimbangan dan berperan dalam menurunkan energi aktivasi.



Gambar 2.4 : Katalis

Sumber : Ayu Pratiwi, 2010

Dalam penurunan energi aktivasi ini, maka energi minimum yang dibutuhkan untuk terjadinya tumbukan berkurang sehingga terjadinya reaksi berjalan cepat. Katalis pada umumnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: aktivitas, stabilitas, selektivitas, umur, regenerasi dan kekuatan mekanik. Secara umum katalis mempunyai 2 fungsi yaitu mempercepat reaksi menuju kesetimbangan atau fungsi aktivitas dan meningkatkan hasil reaksi yang dikehendaki atau fungsi selektivitas.

Katalis sebagai suatu substansi kimia mampu mempercepat laju reaksi kimia yang secara termodinamika dapat berlangsung. Hal ini disebabkan karena kemampuannya mengadakan interaksi dengan paling sedikit satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih aktif.

Interaksi ini dapat meningkatkan ketepatan orientasi tumbukan, meningkatkan konsentrasi akibat lokalisasi reaktan, sehingga meningkatkan jumlah tumbukan dan membuka alur reaksi dengan energi pengaktifan yang lebih rendah. Katalis dapat dibagi ke dalam 3 komponen yakni situs aktif, penyangga atau pengemban dan promotor. Situs aktif berperan dalam reaksi kimia yang diharapkan,

penyangga berperan dalam memodifikasi komponen aktif, menyediakan permukaan yang luas, dan meningkatkan stabilitas katalis, sementara itu promotor berperan dalam meningkatkan atau membatasi aktivitas katalis serta berperan dalam struktur katalis.

Katalis memiliki beberapa jenis diantaranya ialah:

### 2.3.1 Katalis Homogen

Katalis homogen yaitu katalis yang berada dalam fase yang sama. Katalis homogen umumnya bereaksi dengan satu atau lebih pereaksi untuk membentuk suatu perantara kimia yang selanjutnya bereaksi membentuk produk akhir reaksi, dalam suatu proses yang memulihkan katalisnya.

Berikut ini merupakan skema umum reaksi katalitik, di mana C melambangkan katalisnya:



Meskipun katalis (C) termakan oleh reaksi 1, namun selanjutnya dihasilkan kembali oleh reaksi 2, sehingga untuk reaksi keseluruhannya menjadi :



### 2.3.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi kimia yang dikatalisisnya. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terjerat.

Ikatan dalam substrat-substrat menjadi lemah sedemikian sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas.

### **Katalis Ziegler-Natta**

Katalis Ziegler-Natta adalah campuran antara senyawa-senyawa titanium seperti titanium (III) klorida,  $TiCl_3$ , atau titanium (IV) klorida,  $TiCl_4$ , dan senyawa-senyawa aluminium seperti aluminium trietil,  $Al(C_2H_5)_3$ .

Pada proses polimerisasi alolefin menggunakan katalis Ziegler-Natta,  $AlEt_3$  dapat mereduksi  $TiCl_4$  menjadi  $TiCl_3$  dan atom klor digantikan dengan gugus gugus etil. Dasar polimerisasi sebanding dengan jumlah total  $TiCl_3$  dan pengaruh olefin serta konsentrasi  $AlEt_3$ .

### **2.4 Fungsi Katalis**

Fungsi katalis yaitu memperbesar laju reaksinya (mempercepat reaksi) dengan cara memperkecil energi aktivasi suatu reaksi dan dibentuknya tahap-tahap reaksi yang baru. Dengan menurunnya energi aktivasi maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung lebih cepat.

Satu yang harus diketahui tentang prinsip kerja katalis adalah bahwa katalis tersebut tetap ikut dalam jalannya reaksi, tetapi pada kondisi akhir, katalis akan keluar lagi dalam bentuk yang sama. Sifat-sifat kimia katalis akan sama sebelum dan sesudah mengkatalis suatu reaksi.

Pentingnya katalis ditunjukkan oleh kenyataan bahwa lebih dari 75% proses produksi bahan kimia di Industri disintesis dengan bantuan katalis. Contoh proses kimia yang sangat penting misalnya sintesis metanol dari syngas (CO dan H<sub>2</sub>) dikatalisis oleh ZnO/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan reaksi water gas shift (WGS), dikatalisis oleh besi oksida atau oksida campuran Zn, Cu maupun Cr.



Teknologi katalis telah digunakan dalam industri kimia lebih dari 100 tahun lamanya dan penelitian serta pengembangan teknologi katalis telah menjadi semacam bidang kekhususan kimia.

Suatu reaksi eksoterm  $AB(g) + C(g) \rightarrow AC(g) + B(g)$ . Reaksi ini berlangsung lambat, karena energi aktivasinya (E<sub>a</sub>) lebih besar dibanding energi molekulnya. Hanya sebagian kecil molekul yang mencapai E<sub>a</sub>.

Katalis itu berupa zat yang dicampurkan dengan reaktan. Jika reaksi di atas tanpa katalis, AB dan C bertumbukan sampai mencapai E<sub>a</sub> yang relatif tinggi. Karena umumnya energi molekulnya rendah, jadi tumbukan yang terjadi tidak efektif. E<sub>a</sub>

sangat sulit dicapai. Untuk itu maka ditambahkan zat yang bertindak sebagai katalis. Ternyata pada saat katalis dicampurkan reaksi makin cepat.

Jelas bahwa katalis itu dapat mempengaruhi salah satu reaktan. Misalnya dalam reaksi ini katalis cocok sifatnya dengan AB. Maka seperti robot AB tertarik ke katalis membentuk KAB. KAB tergolong kompleks teraktivasi yang merupakan tahap reaksi hipotesis; KAB kemudian terurai menjadi KA dan B.

Setelah itu terjadi tahap reaksi berikutnya, yaitu C ditarik oleh KA menjadi KAC yang kemudian langsung K lepas dan terbentuklah AC. Mekanisme reaksi di atas adalah :



Jadi katalis ikut ambil bagian dalam reaksi, memberi jalan baru melalui mekanisme reaksi baru yang energi aktivasinya lebih rendah, kemudian terbentuk kembali dalam keadaan yang sama.

## 2.5 Penggolongan Katalis

Katalis dapat digolongkan ke dalam 2 jenis, yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Dalam reaksi dengan katalis homogen, katalis berada dalam fase yang sama dengan reaktan. Biasanya, semua reaktan dan katalis berada dalam satu fasa tunggal cair atau gas. Produksi biodiesel dengan katalis homogen secara umum

menggunakan katalis  $H_2SO_4$ ,  $NaOH$  dan  $KOH$ . Dalam reaksi dengan katalis heterogen, katalis dan reaktan berada dalam fase yang berbeda.

Katalis heterogen cenderung lebih mudah untuk dipisahkan dan digunakan kembali dari campuran reaksi karena fasa yang digunakan berbeda dengan produk reaksinya. Katalis heterogen juga lebih mudah dibuat dan mudah diletakkan pada reaktor karena fasa yang berbeda dengan pereaktannya. Biasanya katalis heterogen yang digunakan berupa fase padat.

Adanya beda fasa pada katalis dan pereaktan menjadikan mekanisme reaksi menjadi sangat kompleks. Fenomena antarmuka menjadi sesuatu yang sangat penting dan berperan. Laju reaksi dikendalikan oleh fenomena-fenomena adsorpsi, absorpsi dan desorpsi. Reaksi cairan atau gas dengan adanya katalis padat adalah contoh yang khas.

Keuntungan penggunaan katalis heterogen adalah katalisnya dapat dipisahkan dengan penyaringan dari produk bila reaksi telah selesai. Banyak proses industri yang menggunakan katalis heterogen, sehingga proses dapat berlangsung lebih cepat dan biaya produksi dapat dikurangi. Beberapa logam ada yang dapat mengikat cukup banyak molekul-molekul gas pada permukannya, misalnya  $Ni$ ,  $Pt$ ,  $Pd$  dan  $V$ .

Gaya tarik menarik antara atom logam dengan molekul gas dapat memperlemah ikatan kovalen pada molekul gas, dan bahkan dapat memutuskan ikatan itu. Satu contoh sederhana untuk katalisis heterogen yaitu bahwa katalis menyediakan suatu permukaan di mana pereaksi-pereaksi (atau substrat) untuk sementara terserap. Ikatan

dalam substrat- substrat menjadi sedemikian lemah sehingga memadai terbentuknya produk baru. Ikatan antara produk dan katalis lebih lemah, sehingga akhirnya terlepas.

Katalis dapat bekerja dengan membentuk senyawa antara atau mengabsorpsi zat yang direaksikan. Sehingga katalis dapat meningkatkan laju reaksi, sementara katalis itu sendiri tidak mengalami perubahan kimia secara permanen. Cara kerjanya yaitu dengan menempel pada bagian substrat tertentu dan pada akhirnya dapat menurunkan energi pengaktifan dari reaksi, sehingga reaksi berlangsung dengan cepat. Suatu reaksi yang menggunakan katalis disebut reaksi katalis dan prosesnya disebut katalisme.

## **2.6 Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Oleh karena karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. Secara umum bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal dimana merupakan susunan dari paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Pada prakteknya komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu fase kontinu (matriks) dan fase diskontinu (penguat). Matriks berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung. Matriks yang umum digunakan adalah polimer, metal, keramik, dan lain-lain. Penguat (reinforcing) dapat berupa

serat atau partikel, yang berfungsi sebagai penguat dari matriks. Penguat yang umum digunakan adalah glass, karbon, aramid, keramik alami dan Kevlar.

- a. Memperbaiki sifat mekanik
- b. Mempermudah bentuk yang sulit pada manufaktur
- c. Menghemat biaya desain produksi
- d. Menjadikan bahan lebih ringan

Ciri-ciri bahan komposit adalah energi retakan besar, mudah dibuat dari berbagai zat penguat dan matriks, dengan sifat-sifat sebagai berikut:

- Memiliki kekuatan yang besar.
- Dapat dibuat sangat tegar (kaku)
- Rapatannya rendah (ringan)
- Kuat lelah (fatigue) besar
- Sifat produk dapat diatur, disesuaikan terapannya

## 2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif bisa disebut juga sebagai arang aktif yang memiliki luas permukaan sangat besar. Arang adalah hasil dari bahan-bahan yang dipanaskan pada suhu tinggi. Arang berbentuk suatu padatan berpori yang mengandung karbon sebanyak 85 – 95 %. Pada saat pemanasan berlangsung, pemanasan didalam ruangan diusahakan agar tidak terjadi kebocoran dan bahan karbon tersebut hanya akan

terkarbonisasi bukan teroksidasi. Selain sebagai bahan bakar arang juga dapat digunakan sebagai penyerap atau adsorben. Titik daya serap arang ditentukan dari permukaan partikel, yang kemampuan penyerapan dapat lebih tinggi jika dilakukan aktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada suhu tinggi terhadap arang tersebut. Dengan demikian arang tersebut akan mengalami perubahan sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut juga dengan arang aktif (Chapter,USU 2011).

Pembuatan karbon aktif dapat dilakukan dengan proses dehidrasi, karbonisasi, dan dilanjutkan dengan proses aktivasi pada material karbon yang biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan cara pembakaran material yang mengandung karbon tanpa adanya kontak langsung dengan udara. Proses karbonisasi disebut juga dengan pirolisis yaitu suatu tahapan dimana material organik awal ditransformasikan menjadi sebuah material yang semuanya berbentuk karbon. Setelah proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi yaitu mengubah bentuk produk atau material karbon menjadi penyerap atau adsorben. Produk karbon yang telah dihasilkan melalui proses tahap karbonisasi dan aktivasi, baik aktivasi kimia maupun fisika harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditentukan. Syarat analisis pada karbon yang telah diproduksi terlihat pada Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 : Analisis Mutu Karbon Aktif

Parameter Mutu	Syarat Mutu Karbon Aktif
1. Kadar Air	15 %
2. Kadar Abu	10 %
3. Kadar Zat Menguap	15 %
4. Kadar Karbon Terikat	65 %
5. Penyerapan Iodium	200 mg/g

Sumber : SNI 06-3730-1995

Dalam pembuatan karbon aktif, terdapat syarat mutu atau kriteria mutu yang harus dimiliki pada karbon aktif tersebut. Syarat mutu atau kriteria yang telah ditetapkan oleh Standar Industri Indonesia (SII) sebagai berikut :

Tabel 2.4 : Syarat Mutu Karbon Aktif

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 0C	%	Maks 15	Maks 25
Air	%	Maks 4,4	Maks 15
Abu	%	Maks 2,5	Maks 10
Bagian yang tidak berarang	-	Tidak Nyata	Tidak Nyata
Daya serap terhadap 12	Mg/g	Min 750	Min 750

Karbon aktif murni	-	Min 80	Min 65
Daya serap terhadap benzene	%	Min 25	-
Daya serap terhadap metilen biru	Mg/g	Min 60	Min 120
Kerapatan jenis curah	-	0,45 – 0,55	0,30 – 0,75
Lolos ayakan mesh 325	%	-	-
Jarak mesh	%	90	-
Kekerasan	%	80	-

Sumber : Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-79)

## 2.8 Pengamatan Metalography

Sifat-sifat fisik dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam (paduan) di tunjukkan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa factor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisiensi pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

Adapun beberapa tahap yang dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah :

a. Sectioning (Pemotongan)

Pemotongan ini dipilih sesuai dengan bagian yang diamati struktur mikronya. Spesimen uji dipotong dengan ukuran seperlunya.

b. Grinding

Tahap ini untuk menghaluskan dan meratakan permukaan specimen uji yang ditunjukkan untuk menghilangkan retak dan goresan. Grinding dilakukan secara bertahap dari ukuran yang paling kecil hingga besar.

c. Polishing

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan specimen yang mengkilap, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan kain yang telah dilapisi autosol. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

**Pemolesan:** Dalam melakukan pemolesan sebaiknya dilakukan dengan satu arah agar tidak terjadi goresan. Pemolesan ini menggunakan kain yang diolesi autosol dan dalam melakukan pembersihan harus sampai bersih.

**Penekanan:** Dalam melakukan pengamplasan pada mesin amplas jangan terlalu menekan. Apabila terlalu menekan maka arah dan posisi pemolesan dapat berubah dan kemungkinan terjadi goresan-goresan yang tidak teratur.

d. Etching (Pengetsaan)

Hasil dari proses pemolesan akan berupa permukaan yang mengkilap seperti cermin. Agar struktur terlihat jelas maka permukaan tersebut dietsa.

Dalam pengetsaan jangan terlalu kuat karena akan menyebabkan kegosongan terhadap benda uji.

e. Pemotretan

Bertujuan untuk mendapatkan hasil gambar dari struktur mikro dari specimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.



Gambar 2.5 : Alat Pengamatan Metalography

Sumber : Laboratorium Teknik Mesin UIR

## 2.9 Kerapatan (Density)

Mengetahui sifat-sifat fisik suatu material sangat penting supaya bisa diaplikasikan secara tepat dan benar. Penelitian sifat-sifat ini juga berguna dalam mempelajari struktur Kristal (terutama bervariasinya struktur dengan berubahnya komposisi dan temperature) karna sifat-sifat tersebut dapat memberi gambaran struktur elektronik material tersebut. Sifat ini dapat didefinisikan sebagai berat per satuan volume bahan, dan mengalami kenaikan dengan bertambahnya bilangan.

Berdasarkan pengertian massa jenis yaitu berat benda persatuan volume benda, maka rumus untuk menghitung massa jenis ialah:

$$\rho = \frac{m}{v}(\text{g/cm}^3) \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

$\rho$  =masa jenis ( $\text{g/cm}^3$  )

m =massa (g)

v =volume ( $\text{cm}^3$ )



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu Dan Tempat Pengujian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dimulai pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2020.

Tempat:

1. Pengambilan Limbah Abu Boiler di PT. Langgak Indah Lestari, di desaa Koto Tandun Kab, Rokan Hulu Riau (tahap pengambilan sampel).
2. Unit Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau (tahap pengamatan metalografy).



Gambar 3.1 : Laboratorium Teknik Mesin (UIR)

## 3.2. Alat Dan Bahan

### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Breaker Glass

Breaker glass pyrex dikenal juga dengan gelas laboratorium atau gelas kimia, merupakan sebuah wadah untuk menampung cairan yang dipakai untuk mengaduk, mencampur, dan memanaskan cairan. Seperti pada gambar 3.2. berikut:



Gambar 3.2 : Breaker Glass Pyrex

2. Spatula

Fungsi spatula adalah sebagai alat untuk mengambil bahan kimia berbentuk padatan yang digunakan untuk mengaduk larutan. Spatula yang sering digunakan di laboratorium kimia berbentuk sendok kecil, pipih dan bertangkai. Seperti pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 : Spatula

3. Sarung Tangan

Tujuan utama menggunakan sarung tangan kerja untuk melindungi tangan saat bekerja dari bahan kimia dan cedera tangan. Seperti pada gambar 3.4. berikut :



Gambar 3.4 : Sarung Tangan

4. Timbangan Analitik

Timbangan analitik jenis timbangan yang fungsinya mampu menimbang massa hingga ukuran milligram (1 gram=1000mg).

Seri timbangan analitik Radwag AS220 R2 internal kalibrasi. Negara asal :Polandia. Seperti pada gambar 3.5. berikut :



Gambar 3.5 Timbangan Analitik

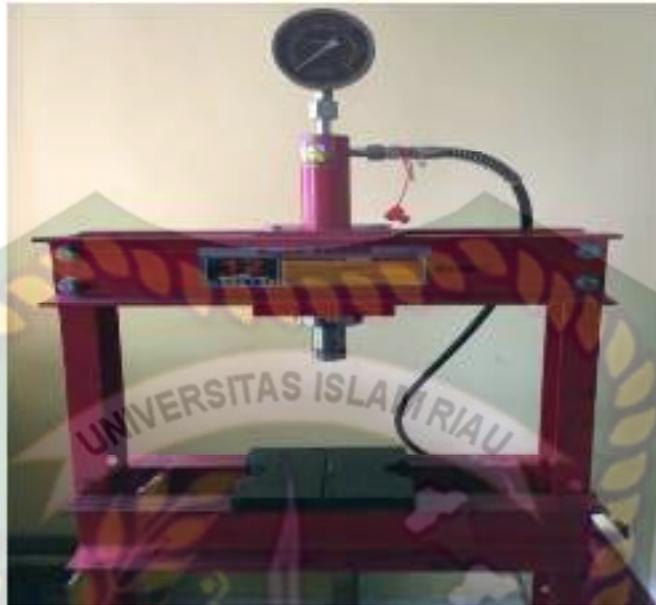
5. Alat Uji Mikrostruktur

Alat ini berfungsi untuk melihat struktur bahan dari dalam dan dapat melihat partikel-partikel di dalam bahan tersebut. Seperti pada gambar 3.6. tersebut :



6. Mesin Press Hidrolik

Press hidrolik ini berfungsi untuk menekan/(pressure) bahan dari cetakan sehingga bahan tersebut rata dan berbentuk. Seperti pada gambar 3.7. tersebut :



Gambar 3.7 press hidrolik

#### 7. Kertas alumunium

Kertas alumunium ini berfungsi untuk melapisi bahan dan cetakan agar bahan tersebut tidak lengket di permukaan cetakan. Seperti pada gambar 3.8. berikut :



Gambar 3.8 Kertas alumunium

## 8. Cetakan

Cetakan ini sendiri berfungsi untuk membentuk bahan dan menahan bahan tersebut dari tekanan mesin press. Seperti pada gambar 3.8. berikut :



### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Limbah abu boiler

Limbah abu boiler ini diambil dari PT. Langgak Indah Lestari (LIL) yang berlokasi di desa Koto Tandun kabupaten Rokan Hulu.



Gambar 3.10 : Limbah abu boiler

## 2. Resin Polyster

Resin polyster ini berfungsi sebagai pengikat yang dicampurkan dengan limbah abu boiler sebagai campuran, resin ini dapat ditemukan ditoko kimia atau secara online. Seperti pada gambar 3.11 berikut :



Gambar 3.11 Resin Polyster

## 3. Katalis

Katalis berfungsi untuk mempercepat laju pengerasan pada campuran bahan limbah abu boiler dan resin polyster, seperti pada gambar 3.12. berikut :



Gambar 3.12 Katalis

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Langkah Pembuatan

1. Membuat cetakan mol dengan diameter dalam 25,45 mm dan tinggi 89 mm bertujuan untuk memperoleh tebal sampel 1,3 cm yang ditoleransi maka dibutuhkan tebal sampel pada proses pencetakan yang melebihi tebal sampel setelah dipres.
2. Menyiapkan semua bahan baku seperti Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, Karbon Grafit dan *Resin Polyster 108*.
3. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan VC (Volume cetakan) sebagai berikut :

$$\text{Massa Jenis Abu kelapa sawit} = 2,11 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa Jenis Resin Polyster} = 1,23 \text{ g/cm}^3$$

$$Vc = \pi \times r^2 \times t$$

dimana :

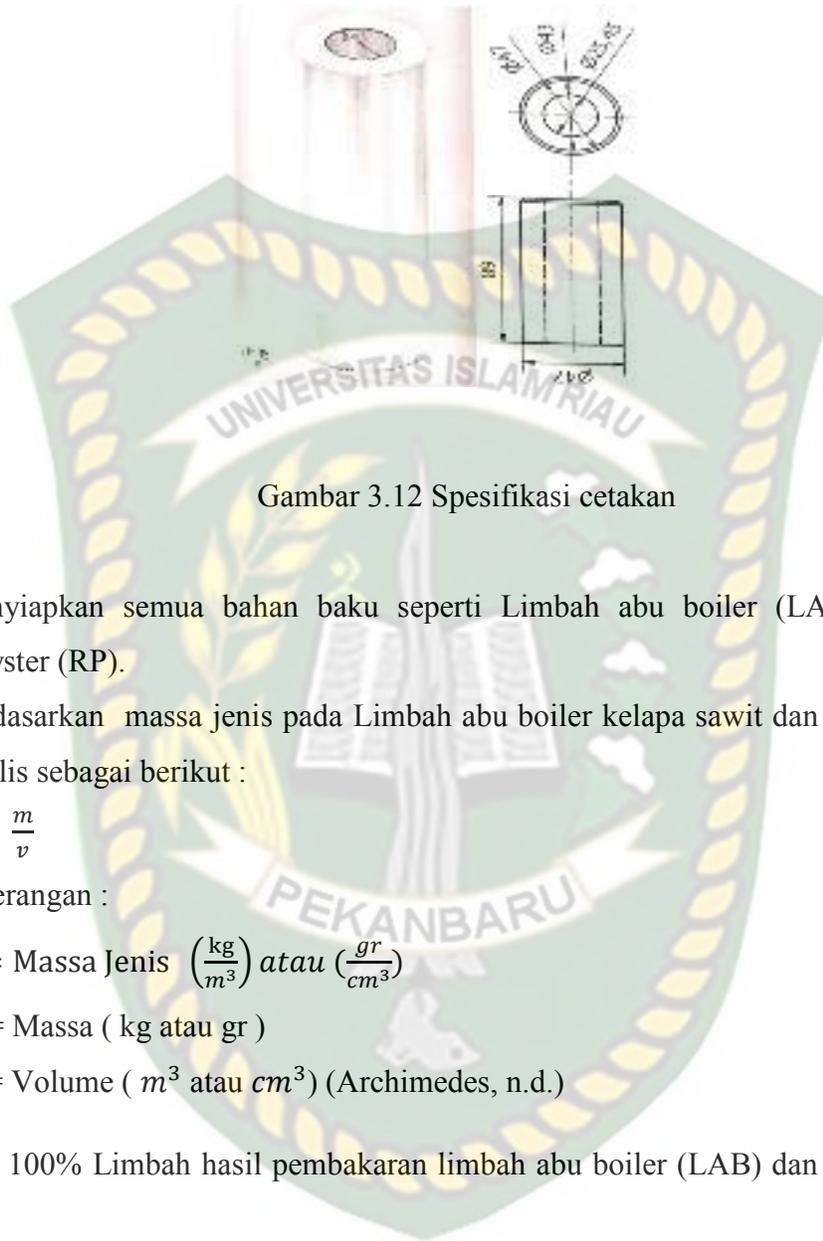
$$\pi = 3,14$$

$$r^2 = 1,272^2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$t = 1,0 \text{ (cm)}$$

$$= 3,14 \times 1,272^2 \text{ cm}^2 \times 1,0 \text{ cm}$$

$$= 5,08 \text{ cm}^3$$



Gambar 3.12 Spesifikasi cetakan

Menyiapkan semua bahan baku seperti Limbah abu boiler (LAB) dan Resin Polyster (RP).

Berdasarkan massa jenis pada Limbah abu boiler kelapa sawit dan Resin Polyster katalis sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$$\rho = \text{Massa Jenis } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \text{ atau } \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$m = \text{Massa ( kg atau gr )}$$

$$v = \text{Volume ( } m^3 \text{ atau } cm^3 \text{ ) (Archimedes, n.d.)}$$

Untuk 100% Limbah hasil pembakaran limbah abu boiler (LAB) dan Resin Polyster (RP)

$$\begin{aligned} 100\% \text{ Limbah abu kelapa sawit} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ Abu kelapa sawit} \\ &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,11 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 10,71 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 100\% \text{ Resin Polyster} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ Resin} \\
 &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 1,23 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 6,24 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

a. Spesimen 1

Untuk menghitung Volume yang diinginkan pada komposisi LAB 65% dan RP 35% sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{RP} &= 35\% \times 6,24 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2,2 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Abu boiler} &= 65\% \times 10,75 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 6,98 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

Untuk menghitung Volume yang diinginkan pada komposisi 55% abu 45% RP sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Abu boiler} &= 55\% \times 10,75 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 5,91 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP} &= 45\% \times 6,24 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2,8 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

Untuk menghitung Volume yang diinginkan pada komposisi 45% abu 55% RP sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Abu boiler} &= 45\% \times 10,75 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 4,8 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RP} &= 55\% \times 6,24 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 3,5 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

### 3.4 Uji Kerapatan

Kerapatan menunjukkan banyaknya massa per satuan volume. Semakin tinggi kerapatan menyeluruh satu papan dari suatu bahan tertentu, maka akan semakin tinggi kekuatan tetapi sifat-sifat papan seperti kesetabilan dimensi mungkin terpengaruh jelek oleh kerapatan (Haygreen dan Bowyer 1989).

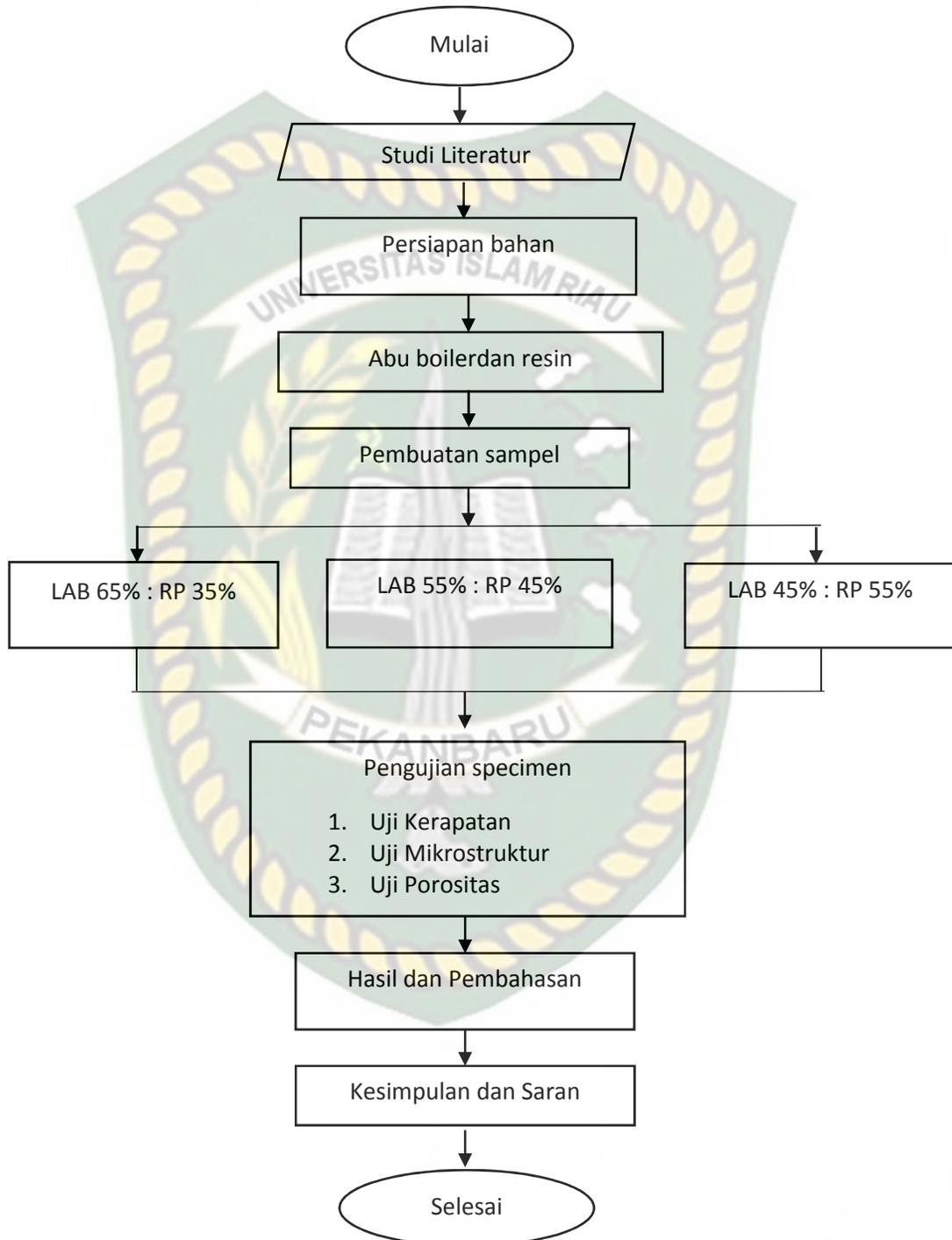
Untuk panjang, lebar dan tebal contoh uji diukur dalam kondisi kering udara dalam satuan centimeter. Dari hasil pengukuran dimensi tersebut dapat dihitung volumenya (V). Kemudian berat contoh uji juga ditimbang dalam kondisi kering udara dengan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 2 desimal dalam satuan gram.

### 3.5 Uji mikrostruktur

Untuk mengetahui struktur mikro yang terdapat dalam specimen yang telah dibuat, maka harus dilakukan pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop. Proses pengamatan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Permukaan specimen yang akan dilihat struktur mikronya diampelas terlebih dahulu hingga halus dengan mesin grinding/pemoles. Pemolesan dilakukan selama 5 menit.
2. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan amplas 1000.
3. Permukaan yang sudah dihaluskan dan dipoles kemudian di bersihkan dengan cairan alkohol untuk dapat melihat porositas nya lebih jelas.
4. Permukaan yang telah dibersihkan dengan alkohol tadi sudah dapat dilihat strukturnya dan porositas nya menggunakan miroskop dengan maksimal pembesaran 100x. Pada proses ini struktur mikro dan porositas dari spesimen dapat dilihat dan ditentukan.
5. Hasil dari pengamatan mikrostruktur yang dihasilkan berupa gambar.

### 3.6 Diagram alir penelitian



## BAB IV

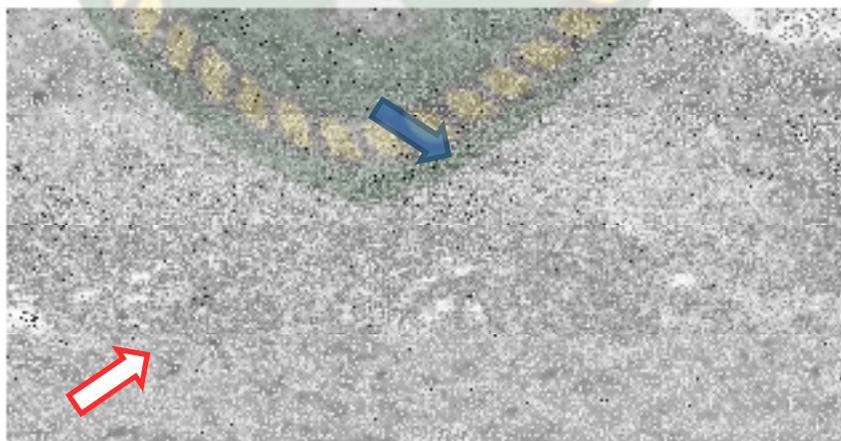
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Pengujian Makro

Uji struktur makro pada spesimen ini bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro pada spesimen komposit. Spesimen yang akan diuji adalah spesimen tanpa perlakuan panas yang hanya menggunakan perbandingan campuran antara limbah abu boiler dan resin. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melihat struktur mikro pada permukaan spesimen.

##### a) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran

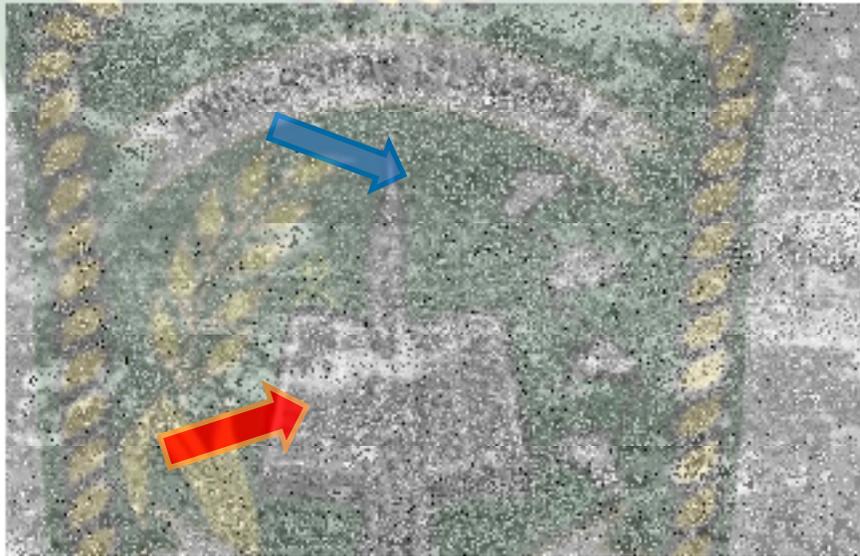
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.1 terlihat bentuk struktur mikro dengan campuran perbandingan LAB 65% : RP 35% terlihat di gambar bahwa spesimen tersebut memiliki kandungan abu yang dominan sehingga campuran resin hampir tertutup oleh bahan. Keterangan pada panah biru adalah LAB keterangan pada panah merah adalah RP.



Gambar 4.1 : Perbandingan limbah abu 65% : RP 35 %

b) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran

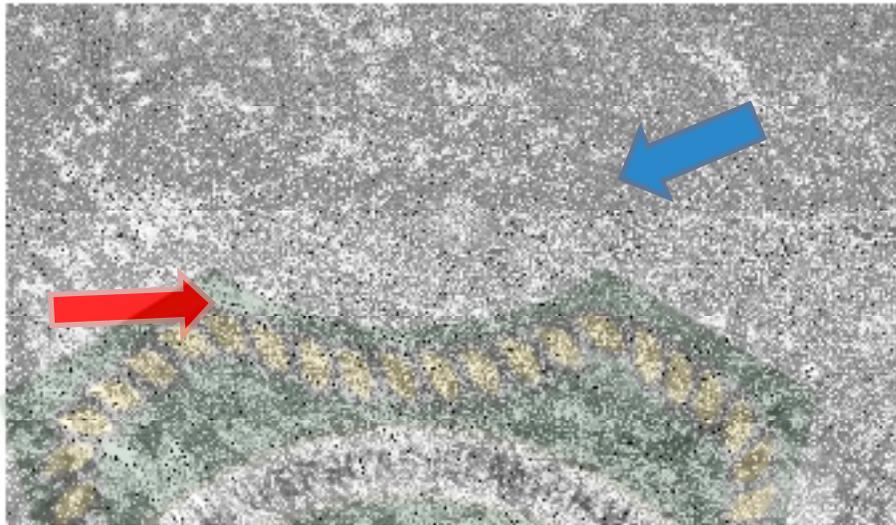
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.2 dapat di lihat campuran bahan abu boiler dan resin sama rata. Sehingga struktur nya terlihat sedikit rapat dan permukaan nya sedikit lebih halus dari sampel pengujian pertama. Keterangan pada panah biru adalah LAB keterangan pada panah merah adalah RP.



Gambar 4.2 : Perbandingan LAB 55% : 45% RP

c) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bahwa perubahan bentuk struktur mikro dengan perbandingan tersebut yaitu terlihat pada gambar resin tampak lebih dominan dari pada abu, Sehingga resin menutupi bahan. Keterangan pada panah biru adalah LAB keterangan pada panah merah adalah RP.



Gambar 4.3 : Perbandingan LAB 45% : 55%

#### 4.3 Uji kerapatan

Kerapatan menunjukkan banyaknya massa per satuan volume. Semakin tinggi kerapatan menyeluruh satu papan dari suatu bahan tertentu, maka akan semakin tinggi kekuatan tetapi sifat-sifat papan seperti kesetabilan dimensi mungkin terpengaruh jelek oleh kerapatan (Haygreen dan Bowyer 1989 ).

Untuk panjang, lebar dan tebal contoh uji diukur dalam kondisi kering udara dalam satuan centimeter. Dari hasil pengukuran dimensi tersebut dapat dihitung volumenya (V). Kemudian berat contoh uji juga ditimbang dalam kondisi kering udara dengan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 2 desimal dalam satuan gram.

A. Sampel 65% LAB -35% RP

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } K &= \frac{13 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 3 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{13 \text{ (gr)}}{15,3 \text{ (cm}^3\text{)}} \\ &= 0.84 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

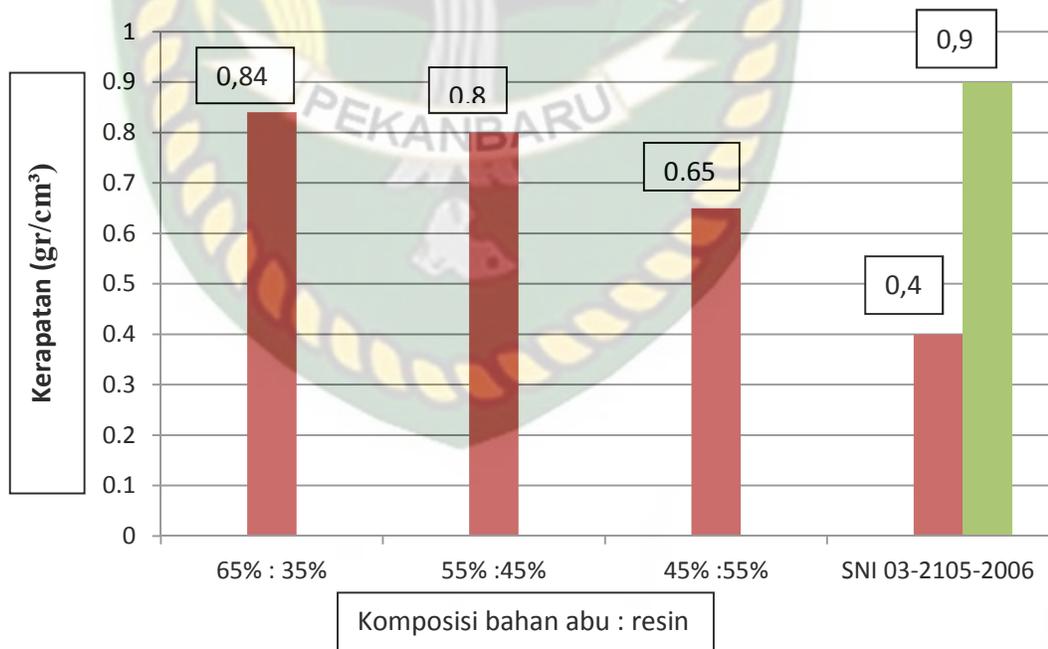
B. Sampel 55% - 45% RP

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } K &= \frac{11 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 3 \text{ cm}^3 \times 0,9 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{11 \text{ (gr)}}{13,7 \text{ (cm}^3\text{)}} \\ &= 0,8 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

C. Sampel 45% LAB - 55% RP

$$\begin{aligned} \text{Jadi : } K &= \frac{8 \text{ (gr)}}{5,08 \text{ cm}^3 \times 3 \text{ cm}^3 \times 0,8 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{8 \text{ (gr)}}{12,2 \text{ (cm}^3\text{)}} \\ &= 0,65 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

#### 4.3.1 Grafik Kerapatan



Gambar 4.1 : Grafik hasil pengujian kerapatan

Kerapatan digunakan untuk menerangkan massa suatu benda per satuan volume. Berdasarkan data-data hasil pengujian kerapatan plat komposit berkisar 0,84 gr/cm<sup>3</sup> - 0,65 gr/cm<sup>3</sup> . Berikut hasil pengujian kerapatan plat komposit.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa plat komposit dengan perbandingan 65% : 35% memiliki nilai kerapatan tertinggi sedangkan plat komposit dengan perbandingan 45% ; 55% mempunyai nilai kerapatan terendah. Pada grafik 4.1. diperoleh nilai kerapatan plat komposit memenuhi nilai standar SNI03-2015-2006 ada pula yang tidak memenuhi standar dimana nilai standar berkisar 0,4 – 0,9 gr/cm<sup>3</sup>.

Jadi Semakin besar persentase campuran abu boiler dan resin polyster maka semakin besar nilai kerapatan yang di hasilkan oleh papan partikel dari abu boiler dan Resin polyster, begitu juga dengan sebaliknya semakin kecil persentase abu kelapa sawitnya maka semakin kecil pula nilai kerapatan yang di hasilkan oleh papan partikel abu boiler dan Resin polyster dan proses pengepressan sangat berpengaruh.

#### 4.4 Porositas

a ) Hasil data porositas pada komposisi 65% LAB : 35% RP

sampel 1.1	area porositas	satuan
1	1412,04	µm <sup>2</sup>
2	1605,35	
3	664,96	
4	24,24	
5	1575,05	
6	214,75	
7	694,94	
rata-rata	884,48	

Luas area sampel	15021,74	
------------------	----------	--

sampel 1.2	area porositas	satuan
1	559,05	μm <sup>2</sup>
2	477,06	
3	364,2	
4	541,89	
5	554,85	
6	179,08	
7	160,95	
8	418,97	
9	284,36	
rata-rata	393,38	
Luas area sampel	15021,74	

sampel 1.3	area porositas	satuan
1	1396,85	μm <sup>2</sup>
2	1161,92	
3	643,22	
4	147,34	
5	2032,99	
6	297,74	
7	209,42	
rata-rata	841,35	
Luas area sampel	15021,74	

Nilai rata-rata porositas pada sampel 1			706,40	μm <sup>2</sup>
Luas area sampel Uji 1			15.021,74	μm <sup>2</sup>

Persentase porositas pada Sampel 1		5%
------------------------------------	--	----

b) Hasil data pororsitas dengan komposisi 55% LAB : 45 RP

sampel 2.1	area porositas	satuan
1	373,46	μm <sup>2</sup>
2	1317,22	
3	326,45	
4	475,86	
5	329,43	
6	177,41	
7	63,97	
rata-rata	437,69	
Luas area sampel	15021,74	

sampel 2.2	area porositas	satuan
1	307,24	μm <sup>2</sup>
2	146,32	
3	144,13	
4	712,74	
5	132,65	
6	48,35	
7	114,98	
8	33,77	
9	30,17	
rata-rata	185,59	
Luas area sampel	15021,74	

sampel 2.3	area porositas	satuan
1	654,83	μm <sup>2</sup>
2	476,54	
3	860,71	
4	1528,78	
rata-rata	880,22	
Luas area sampel	15021,74	

Nilai rata-rata porositas pada sampel 2			501,17	$\mu\text{m}^2$
Luas area sampel Uji 2			15.021,74	$\mu\text{m}^2$

Persentase porositas pada Sampel 2	3%

c ) Hasil data porositas dengan komposisi 45% LAB : 55% RP

sampel 3.1	area porositas	satuan
1	668,05	$\mu\text{m}^2$
2	34,26	
3	456,1	
4	1165,51	
5	196,37	
6	21,5	
7	496,09	
8	58,21	
rata-rata	387,01	
Luas area sampel	15021,74	

sampel 3.2	area porositas	satuan
1	266,02	$\mu\text{m}^2$
2	145,14	
3	726,41	
4	228,91	
5	153,03	
6	102,93	
7	263,04	
8	36,62	
9	386,58	
rata-rata	256,52	
Luas area sampel	15021,74	

sampel 3.3	area porositas	satuan
------------	----------------	--------

1	454,85	$\mu\text{m}^2$
2	647,37	
3	832,07	
4	74,96	
5	48,77	
6	133,36	
7	122,31	
rata-rata	330,53	
Luas area sampel	15021,74	

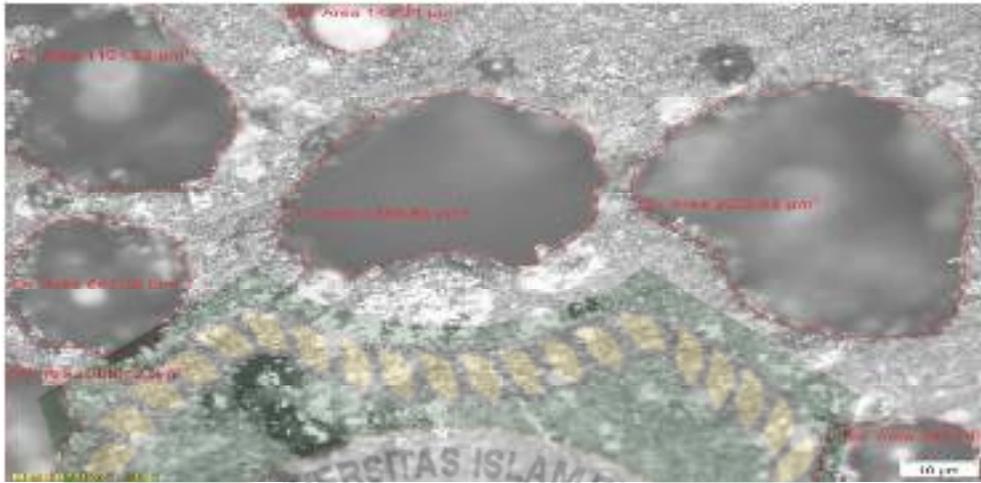
Nilai rata-rata porositas pada sampel 3		324,69	$\mu\text{m}^2$
Luas area sampel Uji 3		15.021,74	$\mu\text{m}^2$

Persentase porositas pada Sampel 3	2%
------------------------------------	----

**4.4.1 Gambar area porositas komposisi 65% LAB : 35% RP**



Gambar 4.4 : Titik 1 ( 65% : 35% )



Gambar 4.5 : Titik 2 ( 65% : 35% )

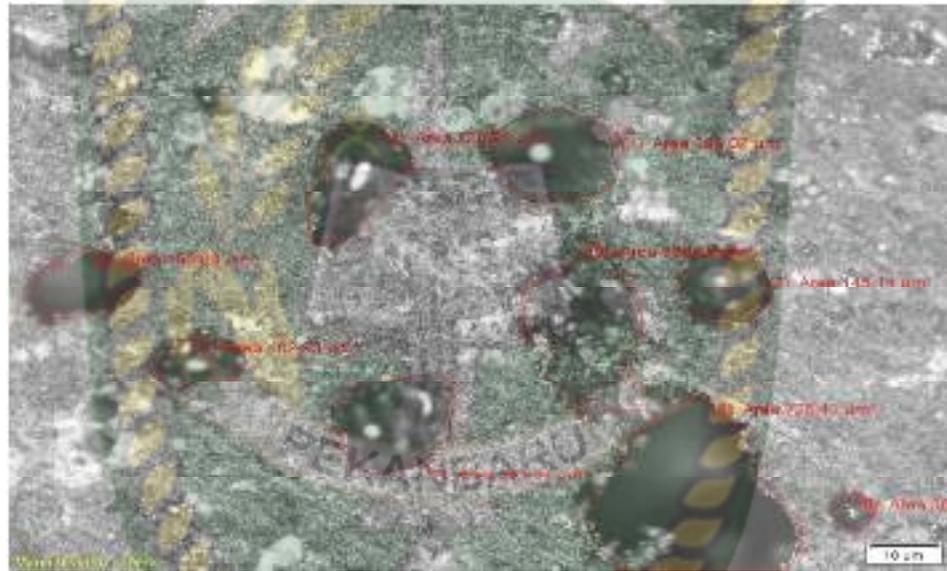
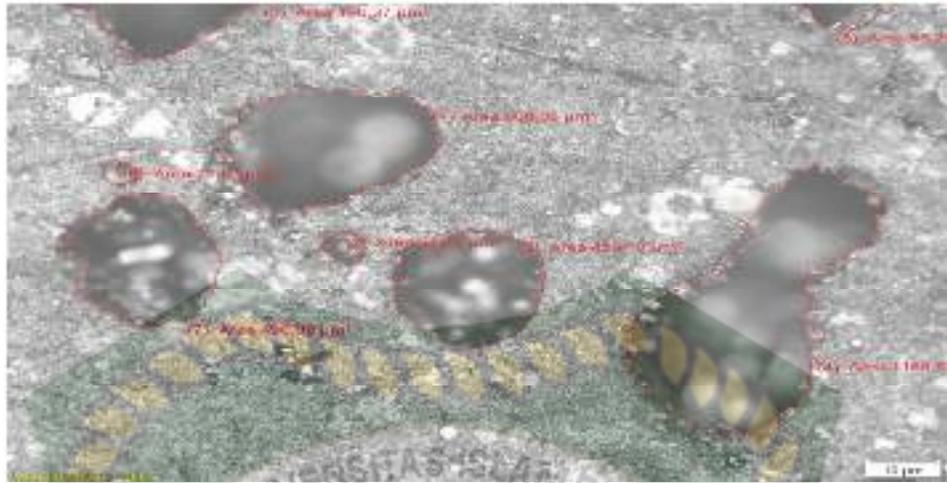


Gambar 4.6 : Titik 3 (65% : 35% )

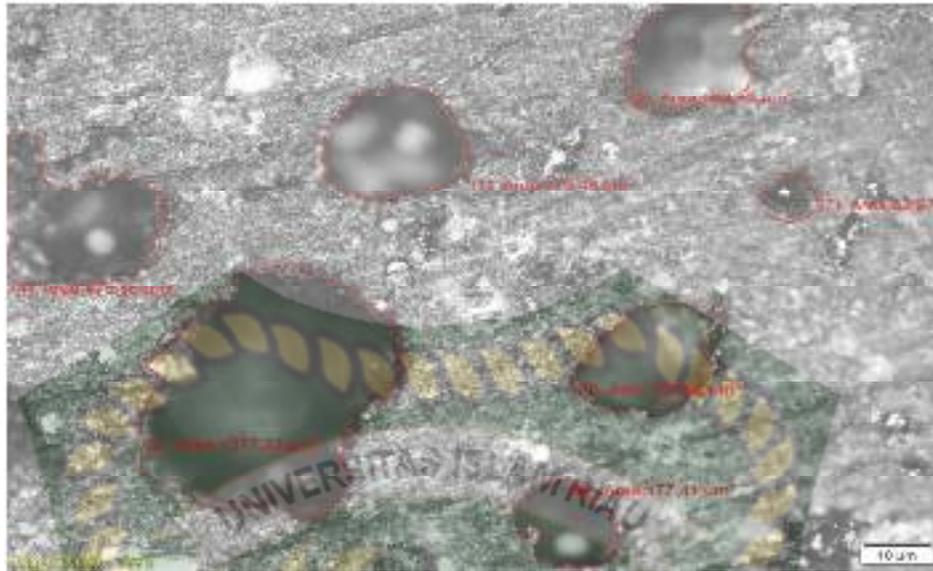
Di lihat dari pengamatan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100x hasil porositas pada komposisi 65% : 35% terlihat lubang area porositas nya tampak besar-besar, lebih banyak dan rapat-rapat. Gambar diambil dari 3 titik yg berbeda dari satu sampel.

#### 4.4.2 Gambar porositas dengan campuran 55% LAB : 45% RP

Dokumen ini adalah Arsip Milik :



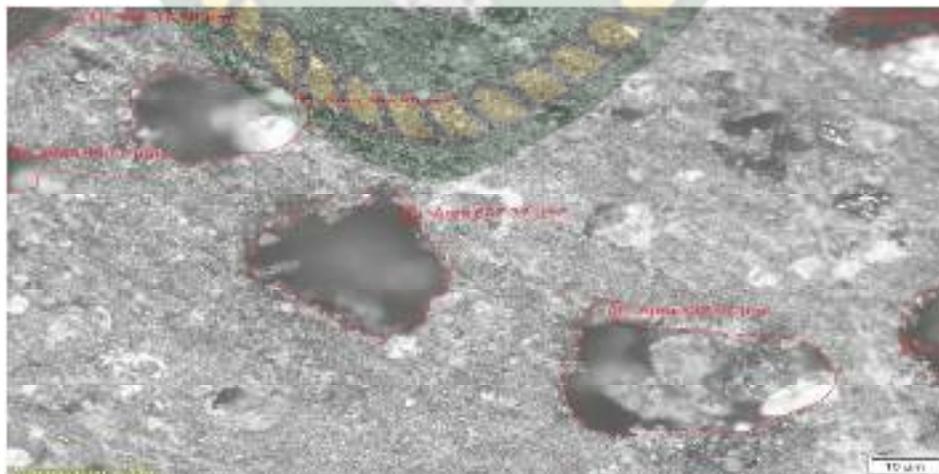
Gambar 4.8 : Titik 2 ( 55% : 45% )



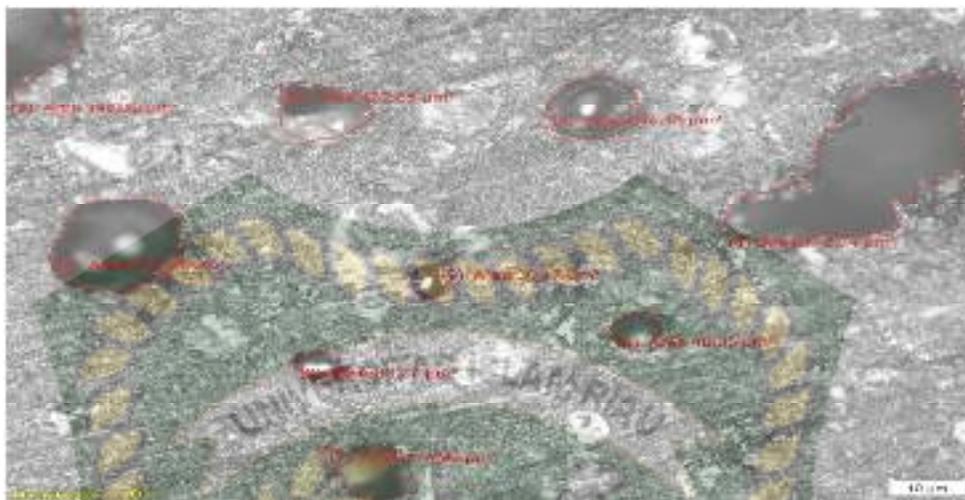
Gambar 4.9 : Titik 3 ( 55% : 45% )

Dari hasil pengujian sampel kedua dengan komposisi 55% :45% di lihat dari mikroskop dengan pembesaran 100x dapat dilihat area lubang porositas rengang dengan area porositas lain nya dan berukuran semakin kecil dibandingkan dengan sampel yang pertama. Gambar diambil dengan tiga titik yang berbeda.

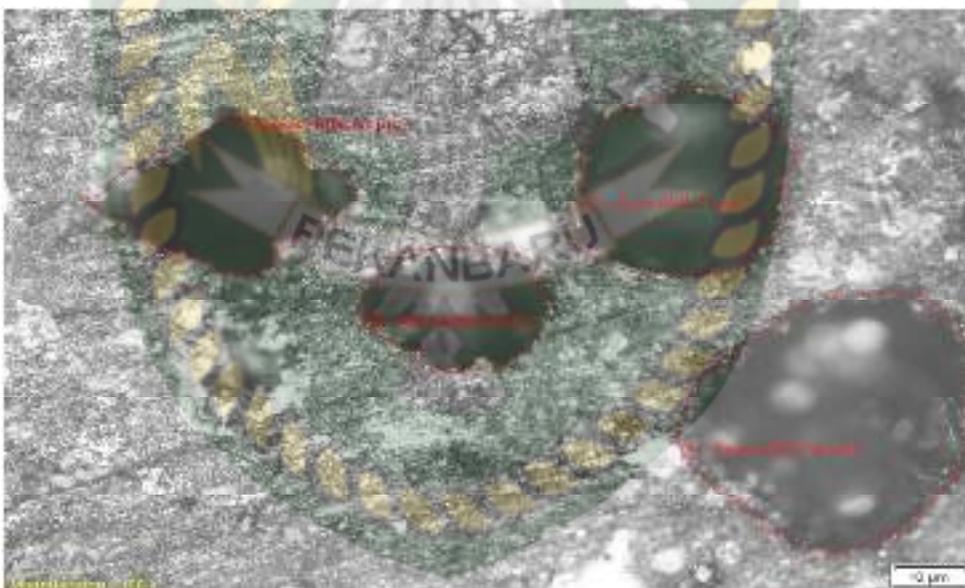
#### 4.4.3 Gambar area porositas dengan komposisi 45% : 55%



Gambar 4.10 : Titik 1 ( 45% : 55% )



Gambar 4.11 : Titik 2 ( 45% : 55% )

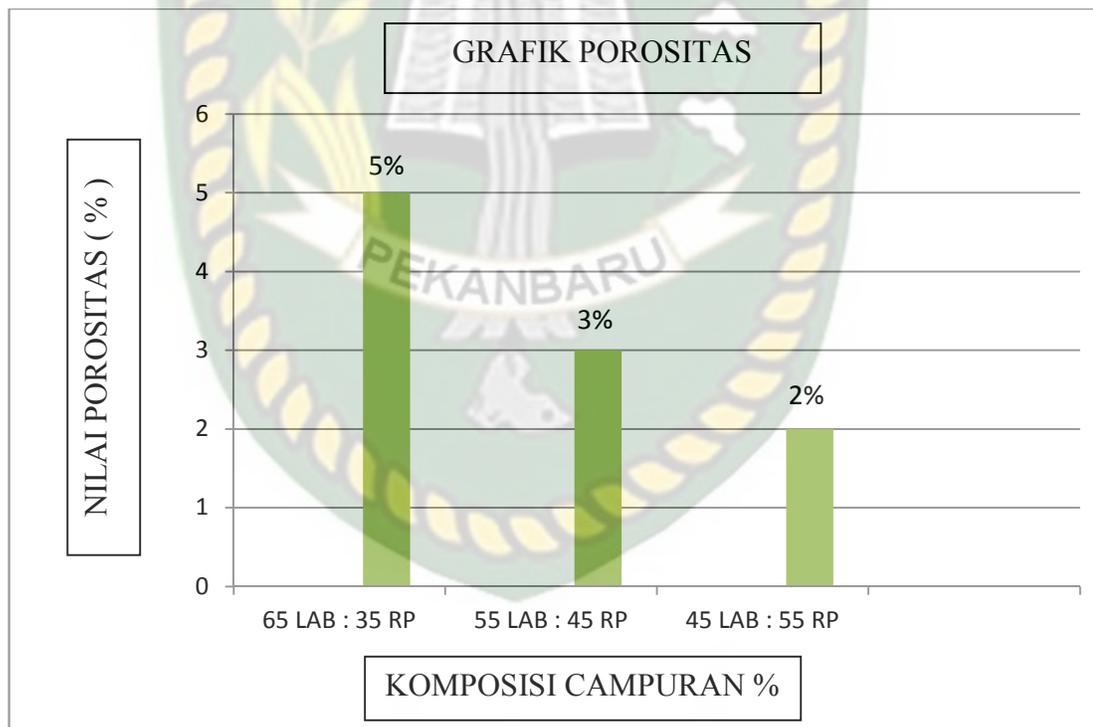


Gambar 4.12 : Titik 3 ( 45% : 55% )

dari hasil pengujian sampel ketiga dengan perbandingan 45% : 55% dapat dilihat bahwa area porositas nya tampak hanya sedikit tetapi dan juga area porositas nya menjadi lebih kecil. Gambar di ambil dengan tiga titik yang berbeda.

Dari tiga pengujian sample diatas dapat disimpulkan semakin banyak komposisi abu yang dipakai maka besar porositas nya akan semakin besar, begitu juga dengan sebalik nya semakin banyak campuran dari resin maka akan semakin kecil nilai porositas yang di dapat kan. karna perbandingan campuran dari abu dan resin sangat berpengaruh dengan nilai porositas nya.

#### 4.4.4 Grafik Perbandingan Nilai Porositas



Grafik 4.2 : Grafik hasil pengujian porositas

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat nilai porositas dengan perbandingan 65% : 35% mempunyai nilai porositas tertinggi sedangkan nilai porositas dengan perbandingan 45% : 55% memiliki nilai porositas terendah dengan 2%.

Dari ketiga sampel dengan pengujian tiga titik dapat di simpulkan semakin banyak bahan pengikat resin semakin rendah nilai porositas yang di didapatkan. Begitu juga sebalik nya semakin banyak bahan abu semakin besar pula nilai porositas yang dihasilkan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 kesimpulan

Dari hasil pengujian menggunakan Mikroskop optik Olympus pada sampel plat, maka didapatkan kesimpulannya sebagai berikut :

1. Kerapatan tertinggi didapat pada sampel dengan komposisi 65% : 35% yaitu  $0,6 \text{ gr/cm}^3$ . Sampel dengan komposisi 55% : 45% yaitu  $0,5 \text{ gr/cm}^3$  dan sampel dengan komposisi 45% : 55% yaitu  $0,45 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai kerapatan dari tiga sampel melebihi batas standar yang ditetapkan.
2. Dari hasil pengamatan mikrostruktur dengan menggunakan alat Mikroskop optik hasil topografi sampel campuran yang memiliki kandungan limbah abu boiler dan resin terlihat pada komposisi 45% : 55% permukaannya terlihat resin lebih dominan dan menutupi limbah abu boiler.
3. Untuk hasil pengujian porositas nilai yang besar didapatkan pada komposisi 65% : 35% dengan nilai 5%, sedangkan nilai terkecil didapatkan pada komposisi 45% : 55% dengan nilai 2%.

## 5.2 Saran

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah :

1. Agar untuk penelitian selanjutnya penambahan karbon grafit agar bisa dilakukan pengujian konduktivitas listrik
2. Perlu dilakukan pengujian SEM (*Scanning Elektron Microscope*).
3. Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya agar bisa dibuat menjadi sebuah produksi yang berguna bagi masyarakat, mengurangi pencemaran lingkungan dari efek limbah pembakan boiler dan dapat di produksi menjadi produk yang ramah lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Terkono, Harwono, S. dan Doni, S. (2013). Pengaruh Variasi Abu Sekam dan Bentonit pada Cetakan Pasir Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Coran Alumunium AA1000. [Online]. Tersedia: <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/fema/article/download/58/52>. [18 April 2015]. Usman,A.M.
- Darsono, Sugiarto D., dan Anik Sunarni.2010. Pembuatan Dan Pelapisan Berwarna Papan Partikel Serbuk Kayu Dengan Polyester Menggunakan Iradiasi Ultra Violet. Jurnal Sains Material Indonesia Vol. 11 No. 3 pp. 183-187.
- JIS A 5908. 2003. Particles Boards, JapaneseStandard Association, Japan
- Dedi,M., 2004, Skripsi ”Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton”. Fakultas Teknik Universitas Riau, Riau. DPU, 2002, SK SNI 03-2847-2002
- Diah Kusuma Pratiwi. 2006. Pengaruh Jenis Penguat Terhadap Sifat Mekanik Komposit Bermatrik Keramik Pada Beberapa Fraksi Volume. PALEMBANG.*