TUGAS AKHIR

PENGARUH LIMBAH HASIL PEMBAKARAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MATRIKS DENGAN RESIN SEBAGAI BAHAN PENGIKAT PADA PELLET KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO STRUKTUR DAN KERAPATAN

Diajukan untuk persyratan untuk memperoleh gelar sajana teknik

program studi teknik jurusan teknik mesin

OLEH :

YOKO ARSY DWI W

13.331.0592

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH LIMBAH HASIL PEMBAKARAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MATRIKS DENGAN RESIN SEBAGAI BAHAN PENGIKAT PADA PELLET KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO STRUKTUR DAN KERAPATAN

Disusun Oleh :

YOKO ARSY DWI W

13.331.0592

Disetujui Oleh :

Dr. DEDIKARNI, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing **Tanggal :**

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH LIMBAH HASIL PEMBAKARAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MATRIKS DENGAN RESIN SEBAGAI BAHAN PENGIKAT PADA PELLET KOMPOSIT TERHADAP KONDUKTIVITAS LISTRIK, MIKRO STRUKTUR DAN KERAPATAN

Disusun Oleh :

YOKO ARSY DWI W

13.331.0592

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	PEMBIMBING
Ir. SYAWALDI, M.Sc	**Dr. DEDIKARNI, S.T., M.Sc**

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Yoko Arsy Dwi W

NPM : 13.331.0592

PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul "Pengaruh Limbah Hasil Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Matriks Dengan Resin Sebagai Bahan Pengikat Pada Pellet Komposit Terhadap Konduktivitas Listrik, Mikro Struktur Dan Kerapatan*"* yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengam bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah dipublikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Desember 2020

Yoko Arsy Dwi W

13.331.0592

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

Alhamdullilah, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini dengan judul ”Pengaruh campuran limbah cangkang kelapa sawit ,sebagai matriks dengan resin sebagai bahan pengikat pada pellet komposit terhadap konduktivitas listrik, mikro struktur, dan kerapatan Dalam menyelesaikan Tugas akhir ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan waktunya dalam bimbingan untuk menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini yakni:

1. Bapak Dr. Dedikarni, ST, M.Sc selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, kesabaran, serta arahan kepada penulis selama penyusunan tugas minor ini.
2. Bapak Ir Syawaldi, MSc. Selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Keluarga dan teman – teman yang telah membantu memberikan ide, gagasan dan masukan-masukan yang sangat bermanfaat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, penulis mengucapkan terimakasih, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang membaca dan memerlukannya.

Pekanbaru, september 2020

Penulis

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....

DAFTAR ISI .....

ABSTRAK .....

BAB I LATAR BELAKANG

1.1 LatarBelakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan penelitian 2

1.4 Batasan masalah 3

1.5 Maanfaat penulisan 4

1.6 Sitematika penulisan 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang kelapa sawit 6

2.2 Limbah padat decanter 7

2.3 Karbon aktif 8

2.4 Adsorbsi 17

2.5 Resin komposit 18

2.6 Katalis 22

2.7 Komposit 23

2.8 Karbon grafit 24

2.9 Konduktivitas listrik 25

2.10 Pengamatan 26

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat pengujian 28

3.2 Alat dan bahan 29

3.3 Cara kerja membuat bahan 36

3.4 Cara kerja pengujian 36

3.5 Diagram alir..... 37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pembuatan bahan.....38

4.2 Pengujian konduktivitas litrik.....43

4.3 Uji kerapatan.....47

4.4 Hasil mikro struktur.....49

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 51

5.2 Saran.....52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah industri adalah salah satu alternatif terbaik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Abu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit adalah salah satu limbah dari buah kelapa sawit dimana pemanfaatan dari cangkang kelapa sawit ini masih sangat terbatas. Biasanya hanya digunakan untuk pengerasan jalan maupun bahan bakar boiler. Disini, akan dilakukan penelitian tentang abu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dengan campuran resin polyster dan karbon grafit sebagai bahan penguat komposit. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat membuat komposit dari bahan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, resin polyster dan karbon grafit, agar menjadi bahan komposit yang bernilai lebih ekonomis, dan mendapatkan variasi campuran yang optimum dalam pembuatan komposit kondukting polimer dari limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dan resin polyster sebagai bahan pengikat, untuk mendapatkan nilai optimum dari uji kerapatan, konduktivitas listrik dan mikrostruktur dari campuran serbuk hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin polyster.

Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan meliputi mencari nilai optimum Uji kerapatan, Uji konduktivitas litrik, dan Mikro struktur. Dimana campurannya bervariasi yaitu sampel (CK 60% - KG 20% - RP 20%) , (CK 50% - KG 30% - RP 20%), (CK 40% - KG 20% - RP 20%). Dari hasil pengujian diatas di dapat nilai kerapatan yaitu diatas standar 0.4 kg/cm³ dengan nilai (0.65,) (0.52), (0.45) kg/cm³. dan hasil konduktivitas listriknya (12.7), (42.4), (63.9) S.cm-1 hasil konduktivitas ini cocok untuk bahan fuel cell.

Kata kunci: cangkang kelapa sawit,resin dan karbon grafit.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ABSTRACT

Utilization of industrial waste is one of the best alternatives to reduce environmental pollution. Ashes of waste from burning oil palm shells are one of the wastes from oil palm fruit where the utilization of this oil palm shell is still very limited. Usually only used for paving roads and boiler fuel. 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. Specifically, the aim of this research is to be able to make composites from waste materials from combustion of palm oil shells, polyester resin and carbon graphite, so that they become composite materials with more economical value, and to obtain optimum mix variations in making polymer conductive composites from combustion waste oil palm shell and polyster resin as a binder, to obtain the optimum value from the density, electrical conductivity and microstructure tests from a mixture of powder from the combustion of palm oil shells, graphite carbon and polyster resin.

In this study, the tests were carried out including finding the optimum value of density test, electrical conductivity test, and microstructure. Where the mixture varies, namely samples (CK 60% - KG 20% - RP 20%), (CK 50% - KG 30% - RP 20%), (CK 40% - KG 20% - RP 20%). From the test results above, the density value is above the standard 0.4 kg / cm³ with a value of (0.65,) (0.52), (0.45) kg / cm³. and the results of the electrical conductivity (12.7), (42.4), (63.9) S.cm-1 are suitable for fuel cell materials.

Key words: palm kernel shell, resin and graphite carbon.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan kelapa sawit adalah salah satu sektor pertanian atau perkebunan yang berkembang pesat di indonesia dan merupakan penyerap tenaga kerja dalam jumlah yang sangat besar. Adanya prospek pasar hasil olahan kelapa sawit sebagai produk substitusi dan suplemen yang sangat berpotensial di dalam maupun di luar negri menyebabkan para pengusaha swasta maupun perusahaan pemerintah berusaha untuk memperluas usahanya

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kebutuhan masyarakat maka saat ini pemanfaatan kelapa sawit tidak hanya pada buahnya saja yang digunakan untuk minyak tapi sekarang ini dari buah, batang, tempurung, serat, daun dan pelepahnya telah bisa dimanfaatkan semuanya sebagai produk turunannya misalnya margarine, sabun, kertas, makanan ternak, pupuk, dan masih banyak yang lainnya.

Selama ini banyak yang menggunakan bahan material dari logam, keramik dan polimer saja dan jarang menggunakan atau pun mendengar salah satu bahan material yang berupa komposit. Seperti yang diketahui komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dan reinforcement atau bahan penguat. Pada umumnya bahan material yang gunakan sebagai penguat atau reinforcement pada komposit adalah jenis serat tapi disini akan dicoba sesuatu yang lain yaitu menggunakan partikel atau serbuk dari hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai penguat komposit.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini merupakan sumber pencemaran, maka dari itu perlu dikembangkan metode pengolahan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan utama komposit.

Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini dapat di jadikan bahan penguat komposit karna bernilai ekonomis di masyarakat. Hasil limbah cangkang kelapa sawit, resin dan karbon grafit ini akan dijadikan bahan komposit di aplikasikan ke *fuel cell* dengan menambahkan campuran dari karbon grafit.

Fuel Cell merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sedang di kembangkan. *Fuel Cell* bekerja untuk mengkonversi hydrogen menjadi listrik. Pada awal nya *fuel cell* menggunakan logam sebagai material utamanya. Namun material logam ini mempunyai kelemahan pada minim nya daya tahan akibat terjadi proses korosi yang dapat mempengaruhi tinggi nya biaya pemakaian. Selain itu, *Fuel cell* logam menjadi kurang portabel karena cukup berat. Maka dari itu limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit ini di jadikan bahan penguat komposit atas dasar factor-faktor tersebut. maka di kembangkan lah *polymer electrolyte Membran Fuel Cell* (PEMFC) yang berbahan dasar komposit. Oleh karna itu di perlukan pengujian konduktivitas listrik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana memenfaatkan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, dan karbon grafit menjadi komposit polimer ?
2. Berapa campuran yang optimum dalam proses pembuatan komposit kondukting polimer dari campuran serbuk limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin ?

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Bagaimana pengaruh variasi campuran limbah hasil dari pembakaran cangkang kelapa sawit dan resin polyster terhadap, konduktivitas listrik, mikrostruktur dan kerapatan pada komposit polimer ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk dapat membuat komposit dari bahan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, resin polyster dan karbon grafit, agar menjadi bahan komposit yang bernilai lebih ekonomis.
2. Untuk mendapatkan variasi campuran yang optimum dalam pembuatan komposit kondukting polimer dari limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dan resin polyster sebagai bahan pengikat.
3. Untuk dapat mengurangi limbah hasil cangkang kelapa sawit agar menjadi bahan yang berguna untuk komposit.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah, maka penulis mengambil batasan masalah.

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Objek yang di teliti adalah komposit polimer dari limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin polyster sebagai bahan pengikat.
2. Persentase campuran
   a. 60 % limbah serbuk kelapa sawit +20 % karbon grafit +20 % resin polyster.
   b. 50 % limbah serbuk kelapa sawit +30 % karbon grafit +20 % resin polyster.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

c. 40 % limbah serbuk kelapa sawit +40 % karbon grafit +20 % resin polyster.

3. Komposit polimer tersebut dari limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dan bahan karbon grafit yang dicampur dengan bahan pengikat dan di press menggunakan mesin press hidrolik.

1.5 Manfaat penulisan

1. Penilitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi mengenai alternatif lain untuk memperluas pengetahuan tentang pemanfaatan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku dalam proses pembuatan komposit polimer sebagai pengganti bahan penguat komposit.
2. Penelitian ini juga diharapkan dapat memperluas alternatif sumber-sumber bahan baku untuk membuat komposit kondukting polimer untuk mengurangi penggunaan tembaga dll.
3. Mengurangi jumlah limbah yang berupa serbuk kelapa sawit, karbon grafit dan resin supaya bisa di proses dalam pembuatan komposit kondukting polimer .
4. Menurunkan efek buruk bagi lingkungan yang di akibatkan oleh limbah cangkang kelapa sawit.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut.:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, alasan pemilihan judul, batasan masalah, tujuan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II : Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat, bahan dan juga pengujian permasalahan yang dibahas.

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan pengujiian, peralatan yang di gunakan tahapan porsedur pengujian.

Bab IV : Hasil Pengujian dan Analisa

Bab ini berisikan tentang data pengujian yang sudah dilakukan sesuai dengan teori yang sudah ada.

Bab V : Penutup

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Salah satu limbah yang cukup besar dari pengolahan minyak kelapa sawit adalah Cangkang kelapa sawit yaitu mencapai 60% dari hasil produksi minyak. Pada cangkang kelapa sawit seperti halnya kayu diketahui mengandung beberapa komponen serat seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan selulosa dalam cangkang kelapa sawit sebesar 26,27%, hemiselulosa 12,61%, dan lignin 42,96% (Widiarsi, 2008). Cangkang kelapa sawit dilihat pada gambar 2.1

Gambar 2.1 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan juga sebagai arang aktif, dengan cara melalui proses karbonisasi pada suhu 5.500ºC selama ± 3 jam. Setelah melalui proses tersebut karakteristik dari arang aktif yang dihasilkan akan memenuhi (Standar Industri Indonesia) SII, kecuali kadar abu. Seperti pada Tabel 2.1

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 2.1. Analisis kandungan Cangkang Kelapa Sawit

Parameter	Persentase Berat Kering
1. Moiseture	4,52 %
2. Volatile Metter (VM)	82,86 %
3. Fixed Carbon	11,02 %
4. Ash	1,61 %
5. Fuel Ratio	0,31 %

Sumber : (Raharjo, 2012)

Arang tempurung kelapa sawit dengan mutu yang baik yaitu nilai kalor dan kadar karbon yang tinggi, kadar air rendah, kadar abu dan zat terbang cukup rendah didapatkan dengan cara pengarangan pada suhu antara 500 – 6.000ºC dengan waktu pengarangan 2 – 3 jam (Purwanto, 2011).

2.2 Limbah Padat Decanter

Limbah padat decanter adalah kotoran lumpur atau sludge dari hasil pemurnian minyak (Clarification) dengan menggunakan decanter. Sludge dari decanter merupakan kotoran minyak yang bercampur dengan kotoran lainnya seperti pada gambar 2.2. Limbah padat yang jumlahnya sekitar 13% dari tandan buah segar yang diolah, biasanya hanya dimanfaatkan sebagai mulsa atau kompos untuk tanaman kelapa sawit (Goenadi, 1998). Dapat dilihat pada Tabel 2.2

Gambar 2.2 Limbah Padat Decanter

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 2.2. Komposisi Kimia Limbah Lumpur Sawit (Sludge) Kelapa Sawit

Unsur Hara	Kg/ton Berat Kering
1. Kandungan abu	240
2. Nitrogen (N)	27,03
3. Posfat (P)	2,54
4. Kalium (K)	15,5
5. Kalsium (Ca)	14,20
6. Magnesium (Mg)	7,36

Sumber : (Wahyono, Dkk, 2008)

2.3 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.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

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 absorben. Produk karbon yang telah dihasilkan melalui proses tahap karbonisasi dan aktivasi, baik aktivasi kimia maupun fisika harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang tekah 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 :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

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)

2.3.1 Karbonisasi (Pengarangan)

Karbonisasi adalah proses pirolisis atau pembakaran tidak sempurna dikarenakan adanya udara pada bahan yang mengandung karbon tersebut. tujuan utama dari proses ini adalah agar dapat menghasilkan butiran yang mempunyai daya serap dan struktur yang rapi. Pada proses inilah struktur pori di mulai. Proses karbonisasi adalah pemanasan bahan yang dilakukan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

pada suhu bervariasi sampai 1.300ºC. material organik dikomposisikan dengan cara menyisakan karbon dan penguapan komponen volatile lainnya.

Proses karbonisasi yaitu proses dimana komponen yang mudah menguap akan terlepas dari karbon dan karbon akan mulai membentuk pori-pori. 9 Pada proses karbonisasi banyak elemen non karbon seperti oksigen, hidrogen, dan nitrogen dihilangkan sebagai volatile gas dengan dekomposisi pirolitik pada material awal (Bansal, R.C & Goyal, M 2005). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonasi (Kurniati, E; 2008)

1. Waktu Karbonisasi

   Jika waktu karbonisasi diperpanjang maka hasil dari pirolisis (pembakaran) akan semakin bagus, namun hasil arang menurun, sedangkan cairan dan gas semakin meningkat

2. Suhu Karbonisasi

   Suhu karbonisasi sangat berpengaruh terhadap hasil arang, karena semakin tinggu suhu karbonisasi maka semakin berkurang hasil pada arang, tetapi hasil cairan dan gas semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya zat-zat yang terurai dan teruapkan.

2.3.2 Aktivasi

Proses aktivasi merupakan proses yang harus diperhatikan terhadap bahan baku yang digunakan. Proses aktivasi adalah suatu proses yang bertujuan untuk memperbesar pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasikan molekul-molekul pemukaan. Arang yang diaktivasi akan mengalami perubahan sifat, baik sifat fisika maupun kimia. Luas pemukaan yang bertambah besar akan mempengaruhi daya

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

adsorpsi atau penyerapan (Sembiring, 2003). Metode aktivasi yang sering digunakan untuk pembuatan arang aktif adalah sebagai berikut :

2.3.2.1 Aktivasi secara fisika

Proses pemutusan rantai dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap dan CO2 disebut juga dengan aktivasi fisika. Uap air, gas karbon dioksida dan nitrogen dibutuhkan untuk memperbesar struktur rongga pada arang, sehingga dapat memperluas pada permukaanya, selain itu juga dapat menghilangkan bagian yang mudah menguap dan membuang produksi hidrogen pengotor pada arang.

Proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan dari arang karbon yang telah dihaluskan, lalu dimasukkan kedalam tungku aktivasi kemudian dipanaskan pada suhu sekitar 800-100ºC. selama proses pemanasan dialirkan uap air atau gas CO2. Aksi dari oksigen uap air maupun gas CO2 akan berlangsung dengan lambat jika suhu berada di bawah 800ºC. namun, lain hal jika suhu berada diatas 1.000ºC yang malah akan menyebabkan kerusakan pada susunan kisi-kisi heksagonal.

2.3.2.2 Aktivasi Secara Kimia

Proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik menggunakan bahan-bahan kimia disebut aktivasi kimia (Sembiring, 2003). Bahn-bahan yang digunakan sebagai pengaktif adalah Kalsium Klorida (CaCl2), Magnesium Klorida (MgCl2), Seng Klorida (ZnCl2), Natrium Hidroksida (NaOH), Kalium Hidroksida

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

(KOH), Natrium Karbonat (Na2CO3), Natrium Klorida (NaCl), Asam Phospat (H3PO4), Asam Nitrat (HNO3), Hidrogen Peroxida (H2O2), Kalium Permanganat (KMnO4), Ammonia Sulfat (NH4)2SO4, Asam Klorida(HCl). Siti Salamah (2008). Kelemahan dari proses ini adalah proses pencucian barang-barang tersebut akan sulit untuk dihilangkan bahkan dengan pencucian ulang, namun keuntungan yang didapatkan adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, selain itu karbon aktif yang dihasilkan menjadi lebih banyak, daya serap terhadap zat yang diserap juga akan lebih baik.

Pembayun, dkk (2013), menyebutkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi aktivator maka semakin banyak pori yang terbentuk sehingga daya serap iodin karbon aktif juga meningkat. Siti Salamah (2008), menyebutkan bahwa semakin besar konsentrasi zat aktivasi makan daya serap karbon yang dihasilkan semakin besar, tetapi pada penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi akan mengdegradasi atau merusak selulosa yang mengakibatkan daya serap 11 karbon aktif menurun.

Jika konsentrasi dari aktivator ditambahkan maka daya sera karbon akan semakin kuat . hal tersebut berpengaruh untuk mengikat senyawa-senyawa tar yang keluar melewati mikro pori-pori sehingga permukaan dari karbon aktif tersebut menjadi semakin lebar atau luas, sehingga membuat daya serap dari karbon aktif lebih besar pula. (Tutik M dan Faizah H, 2001). Beberapa faktor yang mempengaruhi proses aktivasi adalah sebagai berikut :

1. Waktu perendaman

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perendaman bertujuan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin yang dapat membrntuk senyawa tar. Waktu perendaman dari bermacam-macam zat tidak sama. Misalnya, karbon aktif dari kulit buah mahoni yang diaktivasi selama 4 jam dengan aktivator KOH mampu menyerap larutan iodium sebesar 20,253%. Dimana syarat mutu karbon aktif untuk daya serap terhadap iodin adalah min. 20% (SII 0258-88).

2. Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi konsentrasi dari larutan aktivasi kimia maka semakin kuat pengaruh larutan untuk mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonasi untuk keluar melewati mikro pori-pori dari karbon. Permukaan karbon yang semakin berpori mengakibatkan semakin besar daya serap karbon aktif tersebut.

3. Ukuran Bahan

Semakin kecil ukuran bahan maka semakin cepat pula perataan keseluruh bahan tersebut sehingga pembakaran berjalan sempurna.

2.3.4. Karakterisasi Arang Aktif

Karakterisasi arang aktif perlu dilakukan untuk menentukan sifat-sifat dari karbon aktif yang diperoleh melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Selain itu karakterisasi ini juga meliputi penentuan terhadap kadar air, kadar abu, kadar zat terbang bahkan kadar serap iodine.

2.3.4.1. Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan menguapkan air dari karbon aktif pada suhu pemanasan sebesar 150ºC sampai

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

didapatkan berat konstan (Jankowska et al 1991). Tujuan dari penentuan kadar air juga untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif, dimana karbon aktif tersebut mempunyai sifat afinitas yang besar terhadap air. Karbon aktif yang baik memiliki kadar air maksimal 15%, berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995.

2.3.4.2. Kadar Zat Terbang

Kadar zat terbang ditentukan oleh kadar air yang menguap pada suhu 100ºC, sehingga tecapai berat konstan selama ± 4 jam. Kadar air diambil sebanyak 1 gram, lalu dipanaskan dalam tungku pembakaran atau furnance pada suhu 900ºC selama 7 menit. Karbon aktif yang baik memiliki kadar abu sebesar 15 %. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995.

2.3.4.3. Kadar Abu

Karbon aktif yang dibuat dengan bahan alami tidak hanya mengandung senyawa karbon, namun juga beberapa mineral. Sebagian mineral ini akan hilang pada saat proses karbonisasi dan aktivasi sedang berlangsung, dan sebagian lagi akan tetap tertinggal didalam karbon aktif (Jankowska, et al: 1991). Penentuan kadar abu didapatkan pada suhu 600-900ºC selama 3-6 jam. Karbon aktif yang baik memiliki kadar abu sebanyak maksimal 10 %, hal ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 06-3730-1995.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.3.4.4. Karbon terikat

Zat karbon dalam arang adalah suatu zat yang terdapat pada fraksi padat hasil dari pirolisis atau pembakaran selain dari abu (zat organik) dan zat-zat yang masih terdapat dalam pori-pori arang. Cara pengujian dan perhitungan kadar karbon mengacu pada SNI no 06-3037-1995.

2.3.4.5. Daya serap iodin

Kapasitas penyerapan dari karbon aktif ditentukan oleh penyerapan iodin yang telah banyak dilakukan. Tujuan dari penentuan ini adalah untuk mengetahui kemampuan dari arang aktif untuk menyerap larutan yang berwarna. Angka iodin didefinisikan sebagai jumlah milligram. Iodin yang diserap oleh 1 gram karbon aktif dengan kondentrasi filtrate adalah 0.02 N. pada metode ini iodin yang berada dalam kesetimbangan pada konsentrasi 0,02 N dapat dilihat dari tebentuknya lapisan tunggal (monolayer) pada permukaan aktif. Hal ini menjadi alasan adanya hubungan antara bilangan iodium dengan luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Jankowska, et al: 1991). Karbon aktif yang baik mampu menyerap iodin minimal 200 mg/L. hal ini berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.

2.4 Adsorbsi

Adsorbsi yaitu proses penggumpalan substansi terlarut yang ada didalam larutan oleh permukaan zat atau benda penyerap, yang mana terjadi ikatan kimia dan fisika antara substansi dengan penyerapnya.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Proses adsobsi dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu :

1. Adsobsi kimia

   Adsorbs kimia adalah suatu reaksi yang terjadi antara zat padat dan zat terlarut yang teradsobsi.

2. Adsobsi fisika

   Berhubungan dengan gaya Van der Waals yaitu proses bolak balik apabila terjadi gaya tarik menarik antara zat terlarut, jika adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya, maka zat yang terlarut akan diabsobsi pada permukaan adsorben.

   Ada beberapa istilah yang digunakan dalam adsobsi, yaitu adsobent dan adsorbant. Adsorbent adalah penyerap yang berupa senyawa karbon sementara, adsorbent adalah media yang diserap.

   Faktor-faktor yang mempengaruhi daya serap adsobsi, antara lain :

   1. Sifat serapan

      Sifat serapan tergantung dengan banyaknya senyawa yang diserap oleh karbon aktif. Kemampuannya dalam penyerapan berbeda untuk masing-masing senyawa, penyerapan akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Selain itu gugus fungsi, posisi gugus fungsi, struktur rantai dari senyawa serapan juga sangat berpengaruh dalam penyerapan.

   2. Temperatur / suhu

      Dalam pemakaian karbon aktif dianjurkan untuk menghitung suhu pada saat berlangsungnya proses penyerapan. Karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai suhu yang digunakan dalam proses adsorpsi. Faktor yang memperngaruhi suhu proses adsorbsi adalah viskositas dan stabilitas

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

thermal senyawa serapan. Untuk senyawa volatile, adsorpsi dilakukan pada suhu kamar atau bila memungkinkan pada suhu yang lebih kecil.

3. pH atau Derajat Keasaman untuk asam-asam organik

penyerapan akan meningkat jika pH diturunkan, dengan cara penambahan asam-asam mineral. Hal ini disebabkan karena kemampuan asam mineral yang dapat mengurangi ionisasi asam organik tersebut.

4. waktu singgung

karbon aktif yang ditambahkan cairan, dibutuhkan waktu mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Waktu singgung dipengaruhi oleh proses pengadukan. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

2.5. Resin Komposit

A. Pengertian Resin Komposit

Istilah komposit dapat didefinisikan sebagai pencampuran dua atau lebih bahan (Bayne & Thompson, 2011). Bahan-bahan yang dicampurkan tersebut bertujuan untuk mecapai sifat komposit yang diinginkan. Resin komposit tradisional merupakan penggabungan partikel kaca silica dengan monomer akrilik yang dipolimerisasi selama aplikasi. Bahan komposit alamiah adalah dentin dan email gigi. Komponen enamelin pada email mewakili matriks organik, sementara dalam dentin, matriks terdiri atas kolagen (Anusavice, 2003).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

B. Komposisi Resin Komposit

Bahan resin komposit terdiri dari tiga komponen utama. Tiga komponen utama dari resin komposit adalah partikel pengisi (filler), resin matriks, dan coupling agent. Partikel pengisi merupakan penentu sifat mekanis dari resin komposit. Penentu sifat fisik dari resin komposit adalah matriks resin. Coupling agent adalah bahan untuk memberikan ikatan antar partikel pengisi. Selain tiga komponen utama diatas, resin komposit juga terdiri atas aktivator-inisiator, inhibitor, penyerap ultraviolet, pigmen dan pembuat radiopak (Anusavice, 2003).

1) Partikel pengisi berperan dalam mekaisme resin komposit. Prosentase filler mempengaruhi sifat mekanis resin komposit. Semakin besar prosentasi filler, maka semakin besar pula kekuatan mekanisnya (Thomaidis et al., 2013). Selain prosentase filler, ukuran filler juga berpengaruh terhadap sifat resin komposit. Bayne dan Thompson (2011) mengatakan bahwa partikel filler yang besar menghasilkan restorasi resin komposit dengan permukaan kasar, sedangkan resin komposit dengan partikel filler yang kecil mengasilkan restorasi resin komposit dengan permukaan halus. Komposisi filler dimodifikasi sedemikian rupa dengan ion lain untuk mencapai sifat yang diinginkan. Ion lithium dan aluminium memudahkan untuk menggilas silika menjadi partikel kecil. Ion barium, zinc, boron, zirconium, dan yttrium telah digunakan untuk menghasilkan warna radiopak (Bayne & Thompson, 2011).
2) Matriks Resin yang paling sering digunakan didalam komposit gigi adalah bis-GMA, urethan dimetakrilat (UEDMA), dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA). Bis-GMA berperan dalam adhesi email gigi dan mengurangi polimerisasi shrinkage tetapi bis-GMA dapat meningkatkan viskositas resin. Oleh karena itu, matriks resin ditambahkan TEDGMA untuk mengurangi

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

viskositas resin. Di lain sisi, TEDGMA meningkatkan polimerisasi shrinkage (Barszczewska- 9 rybarek & Jurczyk, 2015). Penggunaan dimetakrilat menghasilkan ikatan cross-linking secara rata sehingga meningkatkan kekuatan dan rigiditas dari polimer (Anusavice, 2003).

3) Coupling Agent berperan untuk menggabungkan antara partikel pengisi dengan matriks resin. Hal tersebut memungkinkan untuk matriks resin lebih fleksibel dalam meneruskan terkanan pada partikel yang lebih kaku. Aplikasi bahan coupling yang tepat dapat memperkuat bahan tambal untuk mencegah air menembus sepanjang bahan pengisis dan resin. Jenis coupling yang berikatan baik dengan partikel silica adalah silance.

C. Sifat Resin Komposit

Resin komposit memiliki beberapa sifat yang menguntungkan sekaligus merugikan. Resin komposit memiliki sifat lebih estetis dibandingkan dengan amal gam. Namun, amalgam memiliki sifat manipulasi mudah, memiliki sifat mekanik baik, tahan terhadap kehausan, dan kebocoran tepi rendah (Anusavice, 2003). Resin komposit sering digunakan karena sifat estetisnya, pengahantar panas yang rendah, relative mudah untuk dimanipulasi, tahan lama untuk gigi anterin dan juga tidak larut dalam cairan mulut. Resin komposit memiliki sifat penyusutan yang disebabkan oleh berat molekuler matriks resin yang rendah. Salah satu matriks resin yang memiliki berat molekuler rendah adalah TEDGMA. Matriks resin tersebut memiliki berat molekuler 286,3 g/mol (Barszczewska-rybarek & Jurczyk, 2015).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

D. Klasifikasi Resin Komposit

Resin komposit diklasifikasikan dengan tiga cara yaitu menurut viskositas, polimerisasi dan komposisi ukuran partikel filter. Viskositas adalah ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan disalam fluida. Viskositas dibagi menjadi dua bagian, resin komposit packable dan flowable. Pada resin komposit flowable memiliki viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit packable.

Polimerisasi adalah reaksi kimia yang terjadi ketika molekul-molekul resin dengan berat molekul kecil yang bergaung bersama membentuk antai panjang. Berat molekul kecil disebut monomer, sementara berat molekul besar disebut polimer. Polimerisasi digolongngkan menjadi 6 komposit yaitu komposit self-cure, koposit light-cure, light-curing sinar tampak, dual-curing, dan staged-curing. Resin komposit light-curing tidak membutuhkan sinar uv selama proses polimerisasi, berdesa dengan dual-cure yang akan terpolimerisasi dengan sendirinya atau membutuhkan sinar UV. Light-cure sinar tampak membutuhkan panjang gelombang sinar selama polimerisasi, dan staged-cure memerlukan polimerisasi yang bertahap. Klarifikasi menurut komposisi ukuran pastikel filter dibagi menjadi beberapa bagian sebaai berikut :

1) Dapat dikatakan sebagai homogen jika resin komposit terdiri dari material matriks uncured dan hanya memiliki satu ukuran utama partikel pengisi saja. Beberapa ukuran partikel pengisi yaitu nanofiller 0,001-0,01 µm, microfiller 0,01-0.01 µm, minifiller 0,1-1 µm, midifiller 1-10 µm, macrofiller 10-100 µm, dan jika partikel memiliki ukuran yang sangat besar perpartikelnya disebut megafill.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2) Hibrid sama dengan dengan Homogen yang juga memiliki berbagai macam ukuran partikel pengisi, namun pertikel dengan ukuran terbesar digunakan untuk menentukan tipe hibrid. Tipe hibrid minifill memiliki partikel mini sebagai pengisi terbesar, pada umumnya perbandingan microfill lebih kecil pada campuran.
3) Dikatakan heterogen jika terdiri dari procured komposit dan partikel pengisi tidak umum.

2.6. Katalis

Suatu senyawa yang dapat meningkatkan laju reaksi tetapi tidak terkonsumsi oleh reaksi disebut Katalis. Katalis dapat meningkatkan laju reaksi dengan energy aktivasi yang lebih rendah. Kalis yang semata-mata menurunkan halangan energy aktivasi antara pereaksi dengan produk dapat mencapai keseimbangan lebih cepat dibandingkan dengan tanpa menggunakan katalis. Katalis homogen yaitu katalis yang berada pada fase yang sama dengan rektan, sedangkan katalis yang berada pada fase yang berbeda dengan rektannya (berupa padatan, atau cairan yang ptidak dapat bercampur) disebut dengan katalis heterogen. Katalis biasanya bekerja dengan membentuk ikatan kimia ke satu atau lebih pereaksi dan kemudian dapay untuk memfasilitasi komversi dari pereaksi menjadi produk. katalis kualitatif mengambil bentuk yang berupa mekanisme reaksi.

2.7. Komposit

Material yang berbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, yang mana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda disebut dengan katalis. Karakateristik yang berbeda-beda menghasilkan material baru, komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda-beda dari material-material pembentuknya. Bentuk dasar dari suatu bahan komposit adalah tunggal dimana

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

paling tidak terdapat dua unsur yang bekerja sama untuk menghasilkan sifat-sifat bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur dari bahan penyusunnya. Praktek komposit terdiri dari 2 bagian yang paling utama yaitu fase kontinu (matriks) dan fase diskontinu (penguat). Matrik berfungsi sebagai perekat, pengikat dan pelindung yang digunakan sebagai polimer, metal, keramik dan lain-lain. Sementara penguat dapat berupa serat atau partikel yang berfungsi sebagai penguat dari matrik. Biasanya peguat yang digunakan adalah glas, karbon, aramid kramik alami dan Kevlar seperti yag ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Tujuan dari pembentukan komposit adalah sebagai berikut :

a. Memperbaiki dari sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu
b. Mempermudah bentuk yang sulit pada maknufaktur
c. Keleluasan dalam bentuk yang dapat menghemat biaya
d. Bahan juga menjadi lebih ringan.

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

- Memiliki kekuatan yang sangat besat
- Dapat duat engan sangat kaku atau tegar
- Rapatannya lebih rendah atau ringan
- Kuat lelehan
- Sifat produk dapat diatur atau disesuaikan dengan terapannya.

2.8. Karbon grafit

Karbon grafit terdiri dari lapisan atom karbon yang dapat menggelincir dengan mudah, dan dapat mengantarkan arus listrik. Grafit amat lembut dan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

merupakan penghantar listrik dan panas yang cukup baik tetapi bersifat rapuh dan memiliki ketahanan terhadap korosi.

(karbon grafit 2.3)

2.9. Konduktivitas listrik

Konduktivitas listrik bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Konduktivitas listrik merupakan sifat material yang berbanding terbalik dengan resistivitas listrik. Konduktivitas listrik dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut: $\sigma = \frac{1}{R}$

dimana:

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

R = Resistivitas listrik (Ω/cm).

Resistivitas listrik berbanding terbalik dengan konduktivitas listrik. Untuk mengukur konduktivitas listrik di gunakan metode *two point probe* dengan multitester. Metode ini mudah di implementasikan karena hanya menggunakan dua *prob* pada pengukuran nya. Pada pengukuran resistivitas di dapatkan resistansi total, namun yang ingin di capai adalah resistansi sampel (Schoder, 2006). Besaran fisis yang terukur pada multitester adalah konduktansi (G), kemudian untuk mendapatkan nilai konduktivitas (σ) digunakan hubungan :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times \frac{1}{R} = \frac{L}{A} \times G$$

Dimana :

L = Tebal Bahan (cm)

A = Luas alas pellet (cm^2)

R = Resitansi (ohm)

G = konduktansi (Siemens)

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

2.10 Pengamatan *Metalography*

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

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

a. *Sectioning* (Pemotongan)

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

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

b. *Grinding* (Pengamplasan kasar)

Tahap ini untuk menghaluskan dan merataka permukaan spesimen uji yang ditujukan untuk menghilangkan retak dan goresan. *Grinding* dilakukan secara bertahap dari ukuran yang paling kecil hingga besar.

c. *Polishing* (Pemolesan)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilap, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan kain yang telah olesi 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. Pemotretan

Dimaksudkan untuk mendapatkan gambar dari struktur mikro dari spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat Pengujian

Pengujian dilaksanakan diunit laboratorium teknik mesin universitas islam riau (UIR) Pekanbaru. Yang beralamat dijalan Kaharudin nasution No 133, dan waktu pelaksanaan nya pada bulan Juli sampai dengan selesai. Dapat dilihat pada gambar 3.1

Gambar 3.1 Laboratorium Teknik Mesin (UIR)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2. Alat Dan Bahan

Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Beaker Glass*

*Beaker glass p*yrex 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 Beaker Glass Pyrex

2. Spatula

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

Gambar 3.3 *Spatula*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Sarung Tangan

Tujuan utama kita menggunakan sarung tangan kerja untuk melindungi tangan pada saat bekerja di tempat atau situasi tertentu yang berpotensi untuk mengakibatkan cedera tangan. Seperti pada gambar 3.6. berikut :

Gambar 3.4 Sarung tangan

4.Timbangan Analitik

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

Seri Timbangan Analitik : Neraca analitik Radwag AS220 R2 internal kalibrasi.

Sepeti pada gambar 3.5 berikut :

Gambar 3.5 Timbangan Analitik

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

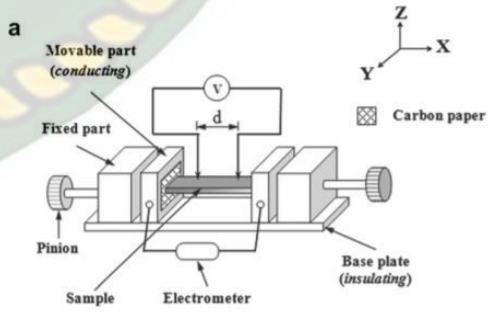
5. Alat Uji Mikrostruktur

Mikrsokop ini berfungsi untuk melihat struktur bagian terdalam dari komposit polimer, seperti pada gambar 3.6. berikut :

Gambar 3.6 Alat Uji Mikrostruktur

5. Alat Uji Konduktifitas Listrik standar US-DOE

Alat ini berfungsi mengalirkan listrik dari elektro meter yang di jepitkan pada specimen seperti gambar 3.7



Gambar 3.7 Penghantar Konduktifitas listrik

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

6. Alat Power Supply

   Power supply ini adalah alat yang di gunakan untuk menyalurkan energy listrik ke alat konduktivitas listrik seperti gambar 3.8

Gambar 3.8 Penghantar Konduktifitas listrik

7. Mesin Press Hidrolik

   Berfungsi untuk menekan cetakan sampel

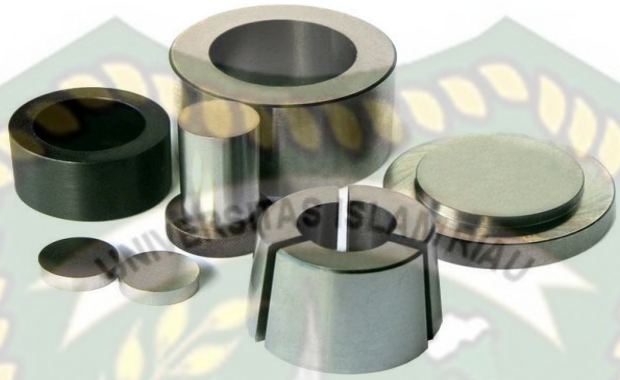
   Seperti gambar 3.9

Gambar : 3.9 Press Hidrolik

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

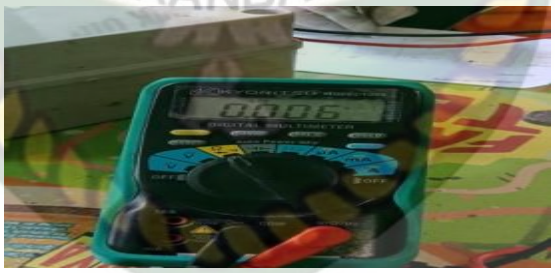
8. Cetakan Spesimen

Berfungsi untuk membuat spesimen dengan bentuk yang di inginkan



Gambar : 3.9 Cetakan Spesimen

9. Multitester



Gambar 3.10 Multitester

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2.1. Bahan

1. Serbuk Kelapa Sawit

Sabut dan cangkang kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan bakar ketel menghasilkan energy mekanik dan panas. Namun memiliki kekurangan yaitu, abu dalam jumlah yag banyak dan brlum termanfaatkan. Abu sabut dan cangkang kelapa sawit memiliki kandungan silika masing-masing sebesar 59,1% dan 61%.

Pemanfaatan dari kandungan silika dalam abu sabut dan cangkang kelapa sawit digunakan sebagai sumber alternative untuk pembuatan material yang berbahan dasar silika. Salah satu contoh pemanfaatan serbuk silika adalah sebagai penyerap kadar air diudadra, sehingga memperpanjanh masa simpan bahan dan sebagai bahan campuran untuk membuat keramik.

Gambar 3.11 Serbuk kelapa sawit

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2. Resin Polyster 108

Resin polyster ini berfungsi untuk mengikat campuran limbah batu bara, karbon grafit menjadi komposit polimer, resin ini dapat di beli di toko kimia, seperti pada gambar 3.7. berikut :

Gambar 3.12 Resin Polyster bening 108

3. Katalis

Katalis ini berfungsi untuk campuran obat pengeras pada resin polyster,

seperti Gambar 3.13 Katalis

4. Kertas Alumunium

Gambar 3.14 Kertas alumunium

Berfungsi untuk melapisi bahan dan cetakan sehingga bahan tersebut tidak lengket di cetakan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.3. Cara Kerja Membuat Bahan

1. Pertama siapkan bahan serbuk hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, resin polyster 108, katalis dan karbon grafit
2. Siapkan cetakan mol dengan diameter dalam 25,45 mm dan tinggi 89 mm bertujuan untuk memperoleh tebal sampel 1,0 cm yang ditoleransi maka dibutuhkan tebal sampel pada proses pencetakan yang melebihi tebal sampel setelah dipres.
3. Kemudian menyiapkan semua bahan baku seperti Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, Karbon Grafit dan *Resin Polyster 108*.

a. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan VC (Volume cetakan) sebagai berikut :

Massa Jenis Abu kelapa sawit = 2.11 $^{g}/_{cm^3}$

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

Massa Jenis Karbon Grafit = 3,51 g/cm ³

Vc = $\pi \; x \; r^2 x \; t$

dimana :

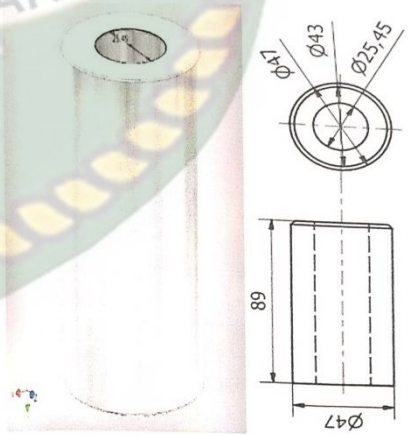
π = 3,14

r^2= 1,272^2 (cm^2)

t = 1,3 (cm)

= 3,14 x 1,272^2 cm^2 x 1,0 cm

= 5.08 cm^3



Gambar 4.1 Spesifikasi cetakan

Menyiapkan semua bahan baku seperti Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit (CK), Karbon grafit (KG) dan Resin Polyster (RP).

Berdasarkan massa jenis pada Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, Karbon grafit dan Resin Polyster katalis sebagai berikut :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

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

Keterangan :

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

m = Massa (kg atau gr)

v = Volume (m^3 atau cm^3) (Archimedes, n.d.)

Untuk 100% Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit (CK), karbon Grafit (KG), dan Resin Polyster (RP)

100% Limbah abu kelapa sawit = V cetakan × ρ Abu kelapa sawit

= 5.08 cm³ ×2,11.gr/cm³

= 10.71 gr

100% Resin Polyster = V cetakan × ρ Resin

= 5.08 cm³ × 1,23 gr/cm³

= 6.24 gr

100% Karbon Grafit = V cetakan × ρ Grafit

= 5.08 cm³ × 3,51 g/cm ³

= 17.83 gr

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1. Spesimen 1

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan komposisi Resin Polyster (RP) 20% : Limbah cangkang kelapa sawit (CK) 60% : karbon grafit (KG) 20% sebagai berikut :

Resin Polyster (RP) = 20 % x 6.24 gr

= 1.24 gr

Limbah kelapa sawit (CK) = 60 % x 10.71 gr

= 6.42 gr

Karbon grafit (KG) = 20 % x 17.83 gr

= 3.56 gr

2. Spesimen 2

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan komposisi Resin Polyster (RP) 20% limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit (CK) 50% dan 30% Karbon grafit (KG) sebagai berikut :

Resin Polyster (RP) = 20 % x 6.24 gr

= 1.24 gr

Limbah kelapa sawit (CK) = 50 % x 10.71 gr

= 5.35 gr

Karbon grafit (KG) =30 % x 17.83 gr

= 5.34 gr

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3. Spesimen 3

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan komposisi Resin Polyster (RP) 20% limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit (CK) 40% dan karbon Grafit (KG) 40% sebagai berikut :

Resin Polyster (RP) = 20 % x 6.24 gr

= 1.24 gr

Limbah kelapa sawit (CK) = 40 % x 10.71 gr

= 4.28 gr

Karbon grafit (KG) = 40 % x 17.83 gr

= 7.13 gr

4. Setelah bahan siap, masukkan bahan tersebut kedalam cetakan.
5. Lalu bungkus cetakan dengan kertas alumunium.
6. Setelah dibungkus, letak cetakan tersebut dibawah alat pressure.
7. Tekan bahan tersebut dengan alat pressure gauge.
8. Kemudian diamkan selama beberapa jam
9. Bahan yang telah mengeras akan siap untuk diuji.

Spesimen I

Spesimen II

Spesimen II

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.4. Pengujian Konduktivitas Listrik

Pengujian konduktivitas listrik material mengacu pada US-DOE, dilakukan menggunakan alat Kheiley electrometer digunakan sebagai sumber arus konstan. Prosedur uji kekerasan adalah sebagai berikut:

a. menggunakan alat poles. Amplas yang digunakan mulai dari ukuran kasar sampai yang paling halus, kemudian yang terakhir menggunakan serbuk alumina. Permukaan yang baik dan halus akan memantulkan cahaya, seperti cermin.

b. Hidupkan power (main power di bagian depan unit).

c. Pilih beban voltage V dan ampere A (terletak di atas identator) .

d. Pilih load yang dikehendaki.

e. Jepit sampel dengan metode trough plane.

f. sambungkan kutub positif dan negative power supplay ke alat konduktivitas listrik

g. kemudian set multitester untuk mengukur ohm nya.

h. catat hasil nya di tabel.

Untuk menentukan nilai perhitungan konduktivitas listrik digunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times \frac{1}{R} = \frac{L}{A} \times G$$ Dimana :

L = Tebal Bahan (cm)

A = Luas alas pellet (cm^2) = ($\pi . r^2 = 3{,}14 \times 1{,}272^2 = 5{,}08 cm^2$)

R = Resitansi (ohm)

G = konduktansi (Siemens)

σ = Konduktivitas listrik (S/cm)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

a. Spesimen 1

Untuk menghitung Nilai konduktivitas listrik sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

$$= \frac{1}{5{,}08} \times 50$$

$$= 12{,}7 \text{ S.cm}^{-1}$$

b. Spesimen 2

Untuk menghitung Nilai konduktivitas listrik sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

$$= \frac{1}{5{,}08} \times 166$$

$$= 42{,}4 \text{ S.cm}^{-1}$$

c. Spesimen 3

Untuk menghitung Nilai konduktivitas listrik sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{L}{A} \times G$$

$$= \frac{1}{5{,}08} \times 250$$

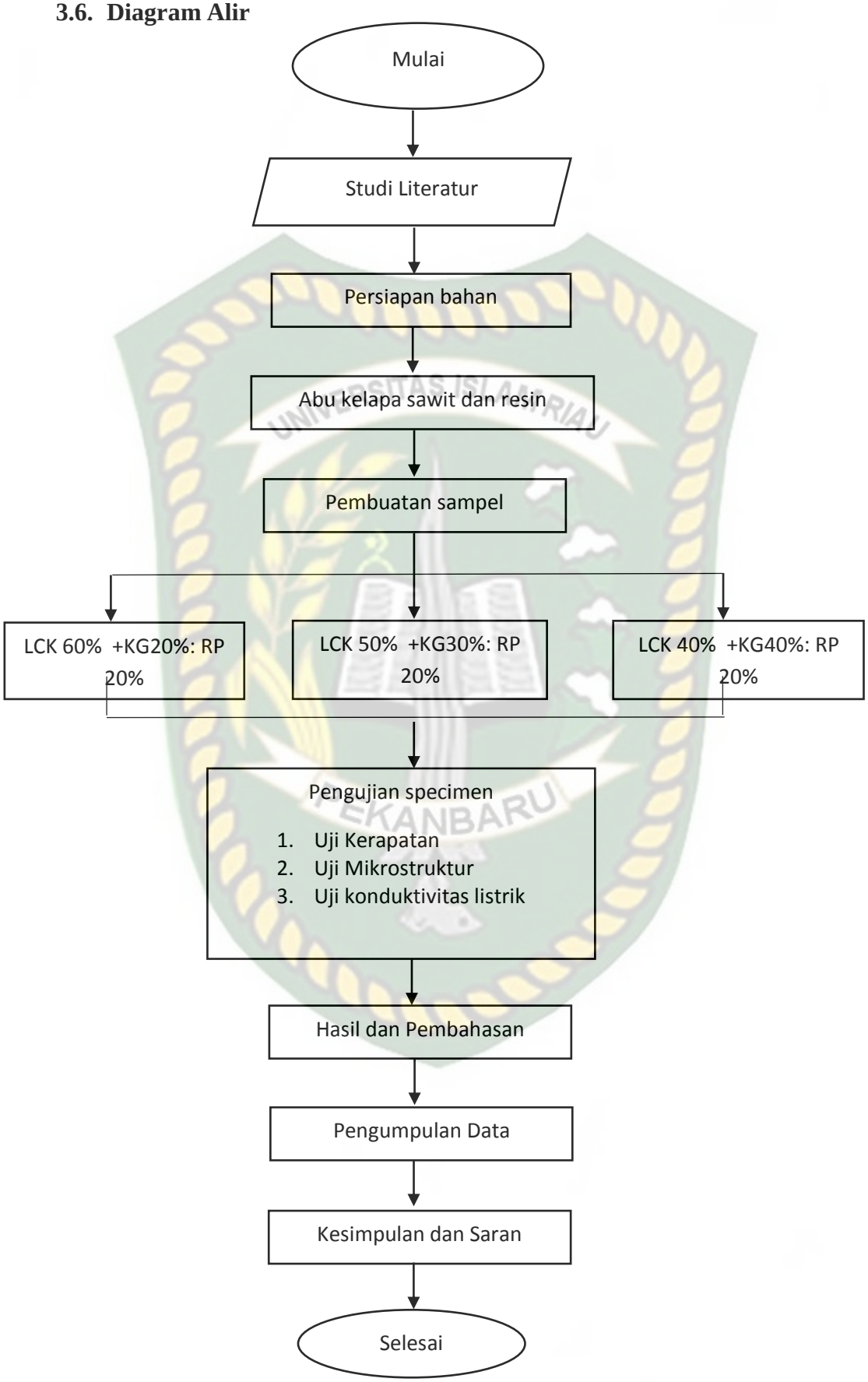
$$= 63{,}9 \text{ S.cm}^{-1}$$

3.5 Cara Kerja Pengujian Mikrostruktur

1. bersihkan bahan dengan amplas.
2. Bahan yang telah amplas tadi kemudian letakkan ke alat mikroskop.
3. Lalu lihat bagaimana hasil dari pembuatan bahan tersebut melalui mikroskop.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.6. Diagram Alir



Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL PENGUJIAN KONDUKTIVITAS LISTRIK

Table 4.1 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Tanpa Pengaruh Dimensi

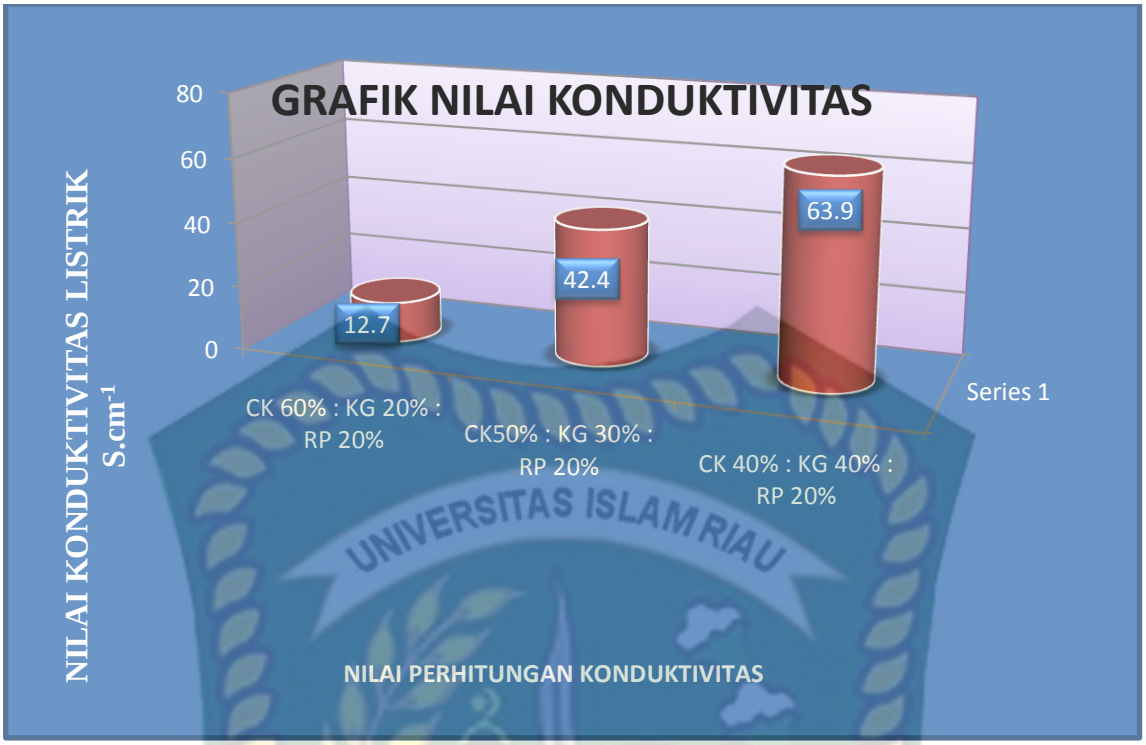
Sampel	resistivitas Ω	Voltage V	Ampere A	$\frac{1}{R}$ = G (konduktansi)
CK 60% : KG 20% : RP 200%	**0,020**	**0,4**	**0,10**	**50**
CK 50% : KG 30% : RP 20%	**0,006**	**0,4**	**0,33**	**166**
CK 40% : KG 40% : RP 20%	**0,004**	**0,4**	**0,50**	**250**

Tabel di atas adalah hasil dari pengujian menggunakan alat konduktivitas listrik dimana nilai yang di dapat adalah nilai Resistivitas, Voltase, dan Ampere, kemudian nilai G adalah konduktansi.

Tabel 4.2 : Nilai Konduktivitas Listrik

SAMPEL	NILAI KONDUKTIVITAS
CK 60% : KG 20% : RP 20%	**12,7 $S.cm^{-1}$**
CK 50% : KG 30% : RP 20%	**42,4 $S.cm^{-1}$**
CK 40% : KG 40% : RP 20%	**63,9 $S.cm^{-1}$**

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Grafik 4.1 : Grafik Hasil Konduktivitas Listrik

Perhitungan nilai konduktivitas listrik ini di dapatkan dari rumus persamaan untuk mengetahui seberapa besar arus yang di hasilkan dari pengukuran nilai konduktansi yang telah di lakukan di mana hasil pengukuran konduktivitas listrik didapatkan setelah di konversikan menggunakan rumus perhitungan dimana semakin besar campuran karbon grafit maka nilai koduktansi nya semakin besar. Dimana hal tersebut sangat berperan penting dalam pengaplikasian terhadap fuel cell sebagai bahan pengganti logam.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.2 Hasil uji Kerapatan

Kerapatan dilihat dari banyaknya massa per satuan volume. Semakin tinggi kerapatan pada satu papan dari suatu bahan, maka akan semakin tinggi kekuatan, namun hal itu akan mempengaruhi sifat-sifat seperti kestabilan dimensi yang terpengaruh menjadi jelek. (Haygreen dan Bowyear 1998).

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. Kerapatan dihitung dengan menggunakan persaman rumus.

4.2.1. Hasil Perhitungan Kerapatan

Dari sampel diatas dapat dihitung kerapatan masing-masing sampel :

kerapatan = $K = \frac{M\ (g)}{V\ (cm^3)}$

keterangan :

K : kerapatan

M : massa jenis sampel

V : volume

A. Sampel 60-20-20

Jadi : $K = \frac{10\ (gr)}{5.08\ cm^3\ x\ 3\ cm^3\ x\ 1{,}0\ cm^3}$

$= \frac{10\ (gr)}{15.24\ (cm^3)}$

$= 0.65\ gr/cm^3$

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

B. Sampel 50-30-20

Jadi : $K = \frac{8\ (gr)}{5.08\ cm^3\ x\ 3\ cm^3\ x\ 1{,}0\ cm^3}$

$= \frac{8\ (gr)}{15.24\ (cm^3)}$

$= 0{,}52\ gr/cm^3$

C. Sampel 40-40-20

Jadi : $K = \frac{7\ (gr)}{5.08 cm^3\ x\ 3\ cm^3\ x\ 1{,}0\ cm^3}$

$= \frac{7\ (gr)}{15.24(\ cm^3)}$

$= 0{,}45 gr/cm^3$

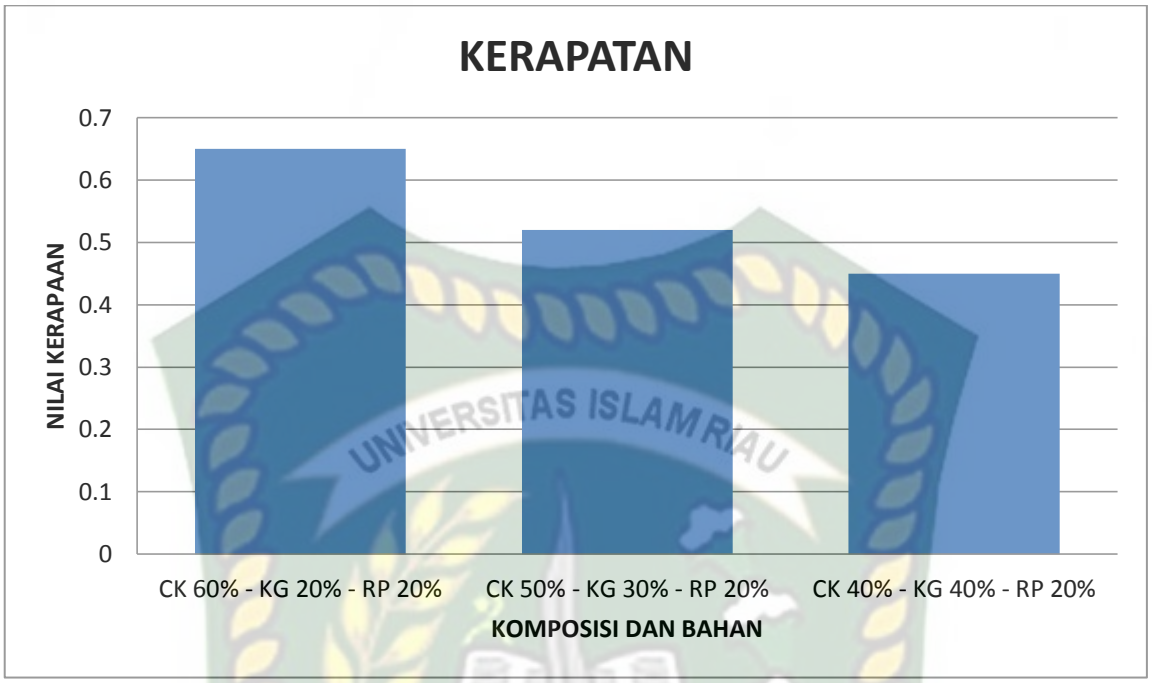
4.2.2. Analisa Hasil Pengujian

Tabel 4.3 nilai kerapatan.

Sampel	Sampel Bahan komposisi resin dan bahan	Nilai kerapatan
1	60-20-20	0.65
2	50-30-20	0.52
3	40-40-20	0.45

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.2.3. Grafik



Grafik kerapatan 4.2

Nilai kerapatan yang di dapat dari perbandingan persentase campuran Abu kelapa sawit dan 60% Resin polyster : 20% dan karbon grafit 20% memeliki nilai kerapatan 0.65 dan sampel 2 : abu kelapa sawit 50% : resin polyster 20% dan karbon grafit 30% memiliki nilai kerapatan 0.52 dan sampel 3 : abu kelapa sawit 40% : karbon grafit 40% : dan resin 20% memiliki nilai kerapatan 0.45. dari 3 sampel diatas memiliki nilai kerapatan sesuai standar kerapatan. Karna menurut SNI 01-6235-2000, nilai kerapatan yang baik untuk komposit adalah 0.4 g/cm^3 sampai 0.9 g/cm^3. Darvina (2011).

Jadi Semakin besar persentase campuran cangkang kelapa sawit dan karbon grafit maka semakin erat pula kerapatan yang di hasilkan oleh papan partikel dari abu kelapa sawit dan Resin polyster, begitu juga

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dengan sebaliknya semakin kecil persentase abu kelapa sawitnya maka semakin kecil pula nilai kerapatan yang di hasilkan oleh papan partikel abu kelapa sawit dan Resin polyster dan proses pengepressan sangat berpengaruh besar tehadap nilai kerapatan yang membuat abu kelapa sawit dan Resin polyster saling terikat dengan baik.

Jadi dapat disimpulkan dari 3 sampel di atas memiliki kerapatan yang sesuai SNI karena kerapatan berpengaruh terhadap komposit.

4.3. Hasil uji Struktur Makro

Uji struktur makro pada spesimen ini bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro pada spesimen keramik. Spesimen yang akan di uji adalah spesimen tanpa perlakuan panas dengan hanya menggunakan perbandingan campuran antara limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin. Tujuan dari pengujian ini yaitu melihat struktur mikro pada permukaan spesimen.

a) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran

Gambar 4.1 : Perbandingan CK 60% : KB 20% : RP 20%

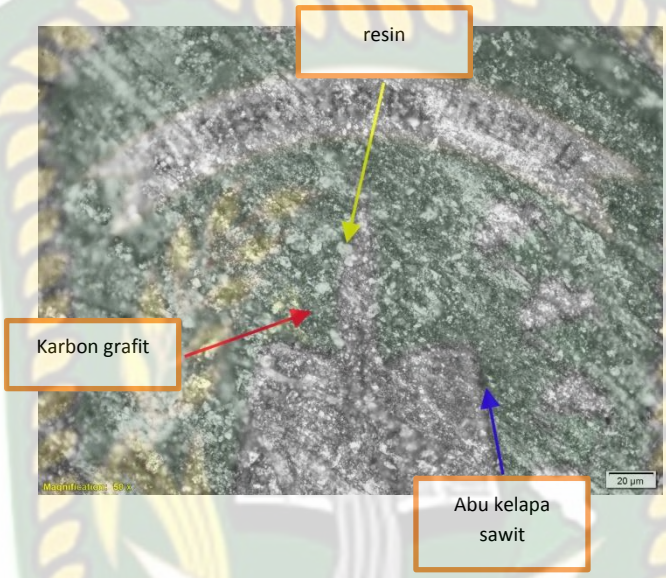
Sumber : Laboratorium Teknik Mesin UIR

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.1 bahwasanya bentuk struktur mikro dengan campuran perbandingan CK 60% : KB 20% : RP 20% terlihat di gambar bahwa spesimen

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

tersebut memiliki kandungan abu cangkang kelapa sawit yang lebih dominan di banding resin dan karbon grafit yang membuat kerapatan pada spesimen ini sangat renggang . Keterangan panah biru adalah LCK, keterangan panah merah adalah KG, dan keterangan panah hijau adalah RP.

b) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran



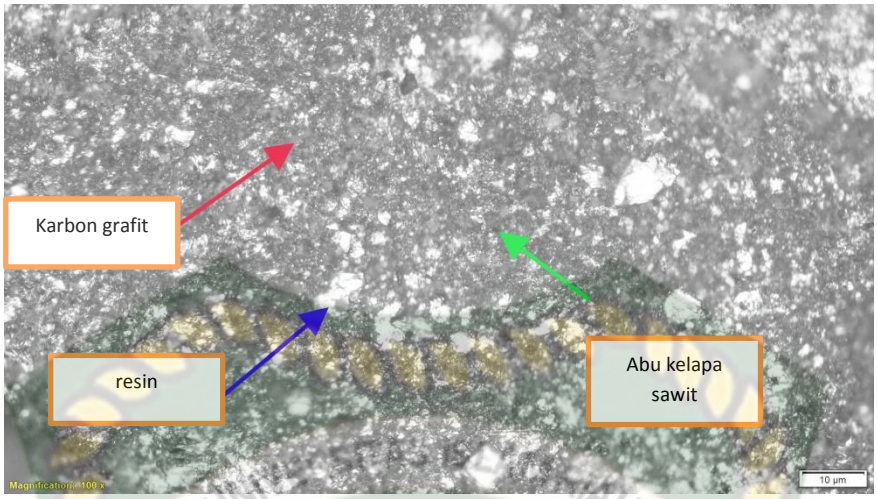
Gambar 4.2 : Perbandingan CK 50% : KB 30% : RP 20%

Sumber : Laboratorium Teknik Mesin UIR

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.2 bahwasa nya spesimen dengan campuran tersebut CK 50% : KB 30% : RP 20% mulai mengalami keseimbangan campuran dan kerapatan pada sampel ini mengalami peningkatan yang lumayan tinggi di karenakan campuran Limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dan Karbon Grafit sudah terlihat pada gambar di atas, cangkang kelapa sawit memiliki warna yang lebih gelap di banding resin. Keterangan pada panah merah adalah KG, keterangan panah biru adalah LCK, dan keterangan gambar panah warna kuning adalah RP.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

c) Gambar topografi permukaan dengan 100x pembesaran



Gambar 4.3 : Perbandingan CK 40% : KB 40% : RP 20%
Sumber : Laboratorium Teknik Mesin UIR

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bahwasanya perubahan bentuk struktur mikro dengan perbandingan tersebut yaitu terlihat pada gambar karbon grafit dan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit lebih mendominasi yang membuat kerapatan nya lebih erat dari pada sampel sebelum nya, di karenakan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit begitu halus sehingga secara kasat mata limbah cangkang kelapa sawit akan sulit terlihat karena telah menyatu dengan resin. Keterangan pada panah merah adalah KG, pada panah biru adalah bagian dari RP, dan panah yang berwarna hijau adalah LCK.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar campuran limbah cangkang kelapa sawit maka semakin renggang kerapatannya dan semakin besar campuran karbon grafitnya maka semakin bagus kerapatannya . Dan pengujian ini bertujuan untuk melihat kerapatan di dalam komposit.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan pada komposit yang terbuat dari campuran hasil pembakaran limbah cangkang kelapa sawit, karbon grafit dan resin pada komposisi bervariasi ,menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengukuran Konduktivitas listrik menggunakan Alat, di dapatkan hasil bahwa sampel yang kandungan karbon grafit nya yang lebih banyak dapat mengantarkan arus listrik yang lebih besar dengan nilai konduktivitas nya 63,9 $S.cm^{-1}$.
2. Pada pengamatan mikrostruktur yang menggunakan alat Mikroskop optic di dapatkan hasil topografi sampel campuran yang memiliki kandungan limbah hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dan karbon grafit yang seimbang campurannya memiliki nilai kerapatan yang sangat baik
3. Sampel yang memiliki kerapatan yang standar itu didapatkan pada ketiga sampel karna masing –masing sampel memiliki nilai kerapatan diatas 0.4 g/cm^3

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah :

1. Agar untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian Permeabilitas Gas dengan variasikan campuran bahan utama lebih banyak di banding bahan pengikat.
2. Penelitian ini perlu dikembangkan dengan membuat cetakan yang lebih besar agar pellet komposit ini bisa di bentuk sesuai yang diinginkan, dan dapat di pasarkan di masyarakat.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Dedi, M., 2004, Skripsi ”*Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton”*. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Riau. DPU, 2002, SK SNI 03-2847-2002:

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan Badan Penerbit PU, Bandung. DPU, 1990, SK-SNI-03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Departemen Pekerjaan Umum Yayasan.

Reni dan Rizky, 2013 skripsi “pengaruh komposit terhadap limbah cangkang kelapa sawit”.

Jones, R. M., *Mecanics of composite materials, Mc Graw Hill, New york*, 1975.

Hadi, B. K., 2000, *mekanika struktur komposit*, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta

Viktor Malau, *Diktat Mata Kuliah Komposit*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :