BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit merupakan salah satu jenis material teknik yang pada umumnya terdiri atas bahan penguat (*reinforce*) dan pengikat (matriks) (Callister, 2006). Komposit merupakan gabungan antara material logam, polimer, maupun keramik Matriks berfungsi untuk mengikat serat ataupun bahan pengisi lainnya pada komposit, sedangkan bahan penguat berfungsi sebagai pengisi dan meningkatkan kekuatan dari komposit tersebut.

Secara umum, matriks dikelompokkan menjadi:

1. Matriks polimer, seperti *thermoplasticresins (polypropylene, polyphenylene sulfone, polyamide, polyetheretherketone)*dan *thermoset resins (poly-esters, phenolics, melamines, silicones, polyurethanes, epoxies).*
2. Matriks mineral, seperti silikon karbida dan karbon.
3. Matriks logam.

Zat penguat yang biasanya digunakan dalam komposit adalah serat, *filler*, serta bahan lembaran. Serat yang dipakai beraneka ragam seperti serat kaca, karbon, grafit, boron, bahkan baja. *Filler* atau bahan pengisi ialah zat padat (berbentuk partikel). *Filler* dapat digunakan bersama maupun terpisah dari zat penguatnya.

Keunggulan komposit dari bahan lainnya yang telah ada khususnya logam antara lain:

1. Ketahanan lelahnya baik.
2. Tahan korosi.
3. Tidak mudah bereaksi terhadap bahan bahan kimia yang digunakan pada mesin seperti minyak hidrolik, *grease*, pelumas, dan cat.
4. Massa jenisnya yang lebih ringan dibandingkan dengan logam.

Secara umum komposit dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Komposit berpenguat partikel.
2. Komposit berpenguat serat.
3. Komposit partikulat.

Komposit berpenguat partikel (*particle reinforced composites*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan berbentuk butiran atau partikel sebagai penguat paduan komposit. Komposit berpenguat serat menggunakan serat sebagai penguatnya,

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

sedangkan komposit jenis *structural*, kekuatannya bergantung pada struktur/susunan bahan-bahan penguat dan pengikatnya.

2.2. Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Menjadi Komposit

Salah satu limbah kelapa sawit yang sangat potensial dijadikan sebagai bahan pengisi pada komposit adalah serat tandan kosong kelapa sawit. Bentuk fisik tandan kosong kelapa sawit dan serat diperlihatkan pada Gambar 2.1.

a. Tandan kosong kelapa sawit

b. Serat tandan kosong kelapa sawit

Gambar 2.1. Bentuk Fisik dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Beberapa riset telah membuktikan bahwa pemanfaatan kelapa sawit dapat dijadikan sebagai bahan alternatif untuk produk bermanfaat. Kanvas rem merupakan salah satu jenis produk yang dikembangkan dari bahan-bahan alternatif. Badri, *et al.*(2010) telah mengkaji pemanfaatan serat tandan kosong kelapa sawit untuk dijadikan bahan yang ringan dan kuat (*polymeric foam*). *Polymeric foam* diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit memiliki kekuatan tarik 7,4 MPa, kekuatan tekan 13,8 MPa, dan nilai modulus elastisitas 1,72 GPa.

Badri, *et al* (2011) juga telah mengkaji kestabilan struktur produk bahan polimer berongga yang diperkuat serat tandan kosong sawit. Produk *traffic cone* yang dibuat

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

dari bahan komposit diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit memiliki kestabilan struktur yang baik jika dikenai beban impak.

Ruzaidi, *et al.*(2011) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan ampas kelapa sawit sebagai bahan pengisi komposit kanvas rem. Selain ampas sawit, Ruzaidi juga membandingkan beberapa bahan pengisi yang lain, yaitu: kalsium karbonat dan *dolomite.* Bahan pengisi *dolomite* mampu meningkatkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan bahan pengisi yang lain, sedangkan bahan pengisi kalsium karbonat meningkatkan ketahanan aus komposit kanvas rem. Ruzaidi menyimpulkan bahwa ampas kelapa sawit memiliki potensi yang signifikan untuk dijadikan bahan pengisi alternatif kanvas rem. Kanvas rem dengan bahan pengisi ampas kelapa sawit yang diteliti oleh Ruzaidi masih terdapat kelemahan yaitu ketahana aus yang masih rendah dibandingkan kanvas rem bahan asbes.Ruzaidi hanya mempublikasikanvariasi jenis bahan pengisi namun perlakuan bahan selama proses pembuatan, seperti: penekanan cetakan dan pemanasan, tidak divariasikan. Perlakuan bahan selama proses pembuatan berpotensi dapat meningkatkan perilaku mekanik komposit sebab ikatan antar muka serat atau partikel tandan kosong kelapa sawit dengan bahan pengisi lainnya dapat berubah akibat tekanan dan temperatur.

Pratama (2011) telah meneliti mengenai perilaku mekanik kanvas rem teromol bahan *fly ash* batu bara. Pratama membuat bahan kanvas rem dengan campuran *fly ash* batu bara, MgO, dan resin. Bahan ini memiliki kekerasan dan kelenturan yang tinggi, namun ketahanan aus masih rendah.Bashar, *et al.*(2012) telah meneliti pemilihan material dan produksi kanvas rem komposit. Bashar menyimpulkan bahwa kanvas rem bahan komposit memiliki perilaku mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan kanvas rem komersil. Purboputro (2012) mempublikasikan penelitian tentang pengembangan kanvas rem sepeda motor dari komposit serat bambu, serat kaca, serbuk aluminium dengan bahan pengikat resin *polyester*. Komposisi serat bambu 20%, serat kaca 30%, sebuk aluminium 30%, dan resin 20% dijadikan sebagai komposit kanvas rem. Menurut Proboputro (2012), bahan ini dapat dijadikan sebagai alternatif bahan kanvas rem yang mendekati karakteristik kanvas rem komersil.Kanvas rem yang telah dikaji oleh Pratama (2011) perlu diperbaiki karena sifat-sifat kanvas rem yang dibutuhkan belum sepenuhnya dipenuhi. Untuk perlu variasi bahan pengisi yang lain.

Beberapa studi pendahuluan telah dilakukan untuk mendukung keberhasilan pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai produk yang bermanfaat. Tim telah

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

mengkaji proses pembuatan silinder komposit bahan polimer diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit. Produk silinderis dihasilkan menggunakan metode *centrifugal casting* dan *gravity casting.* Produk yang dihasilkan melalui metode *centrifugal casting* memiliki distribusi serat yang lebih homogen dan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan produk yang dihasilkan melalui *gravity casting.*Foto makroskopik sampel komposit dengan bahan pengisi serat tandan kososng sawit diperlihatkan pada Gambar 2.2. Dari studi penduhuluan ini terbukti bahwa dengan perlakuan awal (mekanik) dapat mengubah perilaku mekanik bahan. Untuk itu, tim akan mengkaji beberapa metode pengolahan limbah kelapa sawit yang lain (mekanik dan termal) untuk menghasilkan bahan agar dicapai aplikasi (produk) yang lebih luas.

a. *Centrifugal casting* *b. Gravity casting*

Gambar 2.2. Foto Makroskopik Distribusi Serat Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Pengisi Komposit

2.3. Metalurgi Serbuk

Metalurgi serbuk merupakan salah satu teknik produksi dengan menggunakan bahan-bahan berbentuk partikel/serbuk dalam proses pembentukan. Prinsip pembuatannya adalah memadatkan sebuk logam menjadi bentuk yang dinginkan dan kemudian memanaskannya di bawah temperatur leleh. Sehingga partikel-partikel logam memadu karena mekanisme transportasi massa akibat difusi atom antar permukaan partikel. Keunggulan dari metode ini adalah dapat menggabungkan berbagai sifat material yang berbeda karakteristik sehingga menjadi sifat yang baru sesuai dengan yang diharapkan.Secara singkat proses metalurgi serbuk meliputi pencampuran serbuk (*mixing*), penekanan serbuk (*compaction*), dan proses *sintering*.

a. Proses pencampuran serbuk

Kualitas produk sangat dipengaruhi kehomogenan komponen penyusun bahan melalui proses pencampuran. Pencampuran dapat dilakukan dengan proses kering (*dry*

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

mixing) dan proses basah (*wet mixing*). Cara pencampuran basah (*wet mixing*) adalah cara yang lebih banyak dipakai yaitu dengan menggunakan pelarut organik untuk mengurangi pengaruh atmosfir yang menyebabkan peristiwa oksida.

b. Proses penekanan serbuk (*compaction*)

Penekanan/kompaksi adalah salah satu cara untuk memadatkan serbuk menjadi bentuk yang diinginkan. Terdapat beberapa metode penekanan, diantaranya, penekanan dingin (*cold compaction*) dan penekanan panas (*hot compaction*). Penekanan terhadap serbuk dilakukan agar serbuk dapat menempel satu dengan lainnya sebelum ditingkatkan ikatannya dengan proses *sintering*. Dalam proses pembuatan suatu paduan dengan metode metalurgi serbuk, terikatnya serbuk sebagai akibat adanya *interlocking* antar permukaan, interaksi adesi-kohesi, dan difusi antar permukaan. Difusi dapat terjadi pada saat dilakukan proses sinter.

Proses kompaksi serbuk dengan menggunakan cetakan secara umum dapat menggunakan cetakan jenis *single* dan *double acting*. Pada proses kompaksi serbuk dengan cetakan *single acting* arah gaya penekanan serbuk berasal dari satu arah, dan pada proses kompaksi serbuk dengan cetakan *double acting* arah gaya penekanan serbuk berasal dari dua arah. Sifat material yang dihasilkan juga berbeda karena kerapatan serbuk yang dihasilkan berbeda.Material hasil kompaksi dengan kompaksi *double acting* memiliki partikel yang lebih rapat dan sifat mekanik yang lebih baik dari material yang dikompaksi dengan cetakan *single action*.

c. Proses *Sintering*

Sintering adalah salah satu tahapan metodologi yang sangat penting dalam ilmu bahan, terutama untuk bahan keramik. Selama *sintering* terdapat dua fenomena utama yaitu: pertama adalah penyusutan (*shrinkage*) yaitu proses eliminasi porositas dan yang kedua adalah pertumbuhan butiran. Fenomena yang pertama dominan selama pemadatan belum mencapai kejenuhan, sedang kedua akan dominan setelah pemadatan mencapai kejenuhan. Parameter *sintering* diantaranya adalah: temperatur, waktu penahanan, kecepatan pendinginan, kecepatan pemanasan dan atmosfir.

Dalam proses *sintering* ikatan antar partikel semakin kuat sehingga kekuatan material juga meningkat. Ukuran butir juga mempengaruhi kompaksibilitas bahan.Semakin kecil ukuran butir maka porositas semakin kecil dan luas bidang kontak antar butir semakin besar.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2.4. Riset Potensi Bahan PengisiKanvas Rem

Kanvasremmerupakankomponenpentingpadakendaraanbermotordi jalan raya. Pertambahan kendaraan bermotor roda 2 dan roda 4 saat ini meningkat pesat sejalanlaju pertumbuhan ekonomi masyarakat. Komponenkendaraanyaitu kanvas rem sangat perlu mendapat perhatian yang lebih oleh pemegang kebijakan (pemerintah)dalamupayamelindungikonsumendanmengurangipersentase penyebab kecelakaan dijalan raya. Standar Nasional Indonesia (SNI) kanvas rem sudahdibuatsejaktahun1987namunbeberapaparametersertaspesifikasinya perlu ditinjau atau dikaji ulang sesuai perkembangan dan mengacu kepada standar internasional atau pola perkembangan teknologi otomotifyang modern saat ini.

Pada tahun 1994, diketahui bahwa asbestos yang merupakan bahan pengisi kanvas rem mengandungzatKarsinogen yang diduga sebagai salah satu zat penyebab kanker paru-paru. Efek tersebut baru terasa setelah 10 s.d. 15 tahun. Sejak itu, produksinya pun mulai perlahan dihentikan. Sebagai gantinya adalah penggunaan *brass, copper fiber* dan *aramidpulp*. Kanvas rem non-asbestos ini terbagi dua, yaitu*low steel*yang masih mengandung besimeskisedikitdan*non-steel*yangtidakmenggunakanbesi.Selainramahlingkungan, kanvas rem non-asbestos juga memiliki banyak kelebihanlain seperti tidak mudah bunyi, tahan panas dan memiliki friksi baik. Namun ada dua kelemahannya, kotoran dari pengikisan kanvasberwarnahitam dapatmengotori*velg*danharganya pun lebih mahal darikanvas rem asbestos. Saat ini beberapaprodusentelahmeninggalkanpenggunaanasbestos(Pratama, 2011).

Adapunpersyaratanteknik untuk kanvas rem komposit (SAE J661), yaitu:

1. Untuk nilai kekerasan sesuai standar keamanan 68 – 105 (Rockwell R).
2. Ketahananpanas360^{0}C,untukpemakaianterusmenerussampaidengan 250°C.
3. Nilai keausan kanvas rem adalah (5 x 10^{-4}s.d. 5 x 10^{-3} mm^2/kg).
4. Koefisien gesek 0,14 s.d. 0,27.
5. Massa jenis kanvas rem adalah 1,5 s.d. 2,4 gr/cm^3.
6. Konduktivitas termal 0,12 s.d. 0,8 W.m.°K.
7. Tekanan spesifiknya adalah 0,17 s.d. 0,98 joule/g.°C.
8. Kekuatan geser 1300 s.d. 3500 N/cm^2.
9. Kekuatan perpatahan 480 s.d. 1500 N/cm^2.

Penelitian tentang komposit untuk kanvas rem dengan *palm slag* sebagai *filler* sudah pernah dilakukan oleh C.M. Ruzaidi tahun 2011 (dikutip dari Prisno J, *et al*;

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2014). Dari pengujian sebelumnya *palm slag* sangat memungkinkan untuk dikembangkan dan digunakan sebagai material pengganti untuk *filler* pada komposit kanvas rem. Hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Data Hasil Pengujian Komposit untuk Kanvas Rem

Bahan pengisi kanvas rem	Massa jenis, g/cm^3	Volume kausan, cm^3x10^{-3}	Laju keausan, $m^3/m \times 10^{-13}$
Palm slag	2,02	0,89	8,9
$CaCO_3$	2,17	0,60	6,0
Dolomite	2,21	1,22	12,2
Asbestos	2,22	0,72	7,2

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/