

PEMBUATAN DAN ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT DENGAN PENGUAT ABU (FLY ASH) CANGKANG SAWIT UNTUK BAHAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Berto P. Simanjorang¹, Syahrul Abda², Ikhwansyah Isranuri³, Bustami Syam⁴, M. Sabri⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Email: Bertopsimanjorang@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kampas rem sepeda motor merupakan salah satu elemen yang penting pada sepeda motor, dimana kampas rem ini sangat mempengaruhi sistem pengereman pada sepeda motor. Bahan komposit menjadi bahan alternatif dari limbah sawit yaitu abu cangkang sawit (fly ash). Pembuatan komposit bahan kampas rem ini dengan menggunakan metoda *hand lay out* yang terdiri dari abu cangkang sawit sebagai penguat (*filler*), di campur dengan resin BQTN-157 berfungsi sebagai matriks dan juga katalis Methyl Ethyl Ketone Peroksida berfungsi mempercepat proses pengerasan. Metode eksperimen di lakukan dengan pengujian mekanik yaitu, uji kekerasan, kelenturan dan keausan. Hasil uji kekerasan spesimen D1-4 komposisi 40% resin, 60% fly ash memiliki tingkat kekerasan yang tertinggi dengan nilai 138 HV. Hasil uji lentur spesimen C1-3 dengan komposisi 50% resin, 50% fly ash tegangan yang terbaik yaitu 65,37 N/mm². Laju keausan terbaik spesimen D1-4, yaitu 0,89x10⁻⁵ gram/mm.detik, dengan komposisi 40% resin, 60% fly ash. Kesimpulan nya hasil pengujian kekerasan dengan laju keausan sepadan, dimana spesimen yang paling keras, laju keausannya paling rendah.

Kata kunci : Abu Cangkang Sawit, Komposit, Uji Kekerasan, Uji Lentur dan Uji Laju Keausan.

1. PENDAHULUAN

Bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem. Dalam perkembangan teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat, ini dikarenakan keistimewaan sifat yang terbaru dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi kekakuan, ketahanan terhadap korosi dan lain-lain, sehingga mengurangi konsumsi bahan kimia maupun gangguan lingkungan hidup.

Sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan tersebut. Seringkali bila suatu bahan komposit mempunyai sifat mekanik yang kurang baik, maka di ambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan penambahan elemen penguat [1]. Salah satunya adalah *fly ash* cangkang sawit yang banyak dijumpai di pabrik kelapa sawit (PKS). Terutama di daerah Sumatera dan Kalimantan yang terkenal luas kebun kelapa sawitnya, dan juga memiliki banyak pabrik kelapa sawit (PKS).

Abu (*fly ash*) cangkang sawit adalah salah satu bahan sisa dari pembakaran bahan bakar terutama cangkang sawit. Abu (*fly ash*) ini tidak terpakai dan jika ditumpuk begitu saja di suatu tempat dapat membawa pengaruh yang kurang baik bagi kelestarian lingkungan. Abu ini, selain memenuhi kriteria sebagai bahan yang memiliki sifat *pozzolan*, abu terbang juga memiliki sifat-sifat fisik yang baik, seperti memiliki porositas rendah dan partikelnya halus.

Bentuk partikel abu terbang adalah bulat dengan permukaan halus, dimana hal ini sangat baik untuk workabilitas. Oleh karena itu penulis mencoba untuk mengangkat tentang abu (*fly ash*) ini untuk bahan penguat kampas rem [2].

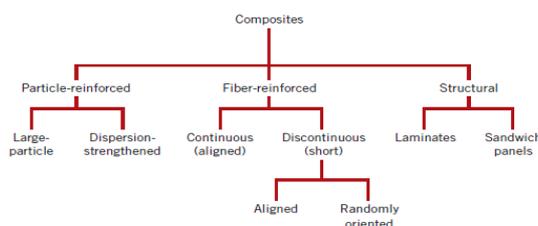
Kampas rem sepeda motor memiliki beberapa sifat mekanik yaitu kekerasan, lentur dan juga keausan. Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Kekerasan material harus di ketahui khususnya pada material yang pada penggunaannya mengalami deformasi plastis. Kelenturan merupakan sifat mekanik yang menunjukkan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum suatu bahan putus atau patah. Kuat lentur adalah tegangan lentur terbesar yang dapat di terima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Keausan pada umumnya di definisikan sebagai kehilangan

material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan. Sifat kelenturan yang baik dan tidak mudah patah dengan nilai kekerasan yang baik memiliki tingkat keausan yang baik. Di harapkan kampas rem memiliki sifat kelenturan yang baik dan tahan terhadap keausan. Kelenturan di kaitkan dengan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum perpatahan, sedangkan keausan merupakan kehilangan material secara progresif [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Bahan Komposit

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berada dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal. Komposit berasal dalam kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang di gabung secara makroskopis [4].



Gambar 2.1 klasifikasi/skema struktur komposit [4]

2.2. Abu (*fly ash*) cangkang sawit

Abu (*fly ash*) cangkang kelapa sawit adalah limbah padat yang berasal dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang di pergunakan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan uap pada proses penggilingan minyak sawit. Abu cangkang kelapa sawit ini memiliki kandungan utama Silikon Oksida (SiO₂) yang memiliki sifat reaktif dan pozzolanik bagus yang bias bereaksi menjadi bahan yang keras dan kaku. Abu cangkang sawit ini merupakan bentuk partikel halus sangat cocok di jadikan bahan komposit dengan menggunakan matriks polyester resin tak jenuh yang memiliki sifat sebagai resin termoset yang tahan terhadap suhu panas, memiliki titik lebur pada suhu 190°C dan tidak dapat di daur ulang.

Tabel 2.1 unsur kimia fly ash sawit [5]

Unsur kimia	Persentase
SiO ₂	50,02%
Al ₂ O	8,7%
Fe ₂ O ₃	2,6%
CaO	12,65%
MgO	4,23%
K ₂ O	0,72%
Na ₂ O	0,41%
H ₂ O	1,97%

2.3. Polyester Resin Tak Jenuh

Polyester resin tak jenuh merupakan polimer kondensat yang terbentuk berdasarkan reaksi antara *polyol* yang merupakan organik gabungan dengan alkohol *multiple* atau gugus fungsi hidroksi, dan *polycarboxylic*, yang mengandung ikatan ganda. *Polyester* resin tak jenuh adalah jenis polimer *thermoset* yang memiliki struktur rantai karbon yang panjang [6]. Matrik yang berjenis ini memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pembentukan.

2.4. Katalis MEKPO

Katalis merupakan material kimia yang digunakan untuk mempercepat proses reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer [7]. Pemberian katalis dapat berfungsi untuk mengatur waktu pembentukan gelembung *blowing agent*, sehingga tidak mengembang secara berlebihan, atau terlalu cepat mengeras yang dapat mengakibatkan terhambatnya pembentukan gelembung.

2.5. Kampas Rem

Kampas rem merupakan komponen penting pada kendaraan bermotor di jalan raya. Pertambahan kendaraan bermotor roda dua dan empat saat ini meningkat pesat sejalan laju pertumbuhan ekonomi masyarakat. Komponen kendaraan yaitu kampas rem sangat perlu mendapatkan perhatian yang lebih oleh pemegang kebijakan (pemerintah) dalam upaya melindungi konsumen dan mengurangi persentase penyebab kecelakaan di jalan raya.

2.6. Komposisi Kampas Rem

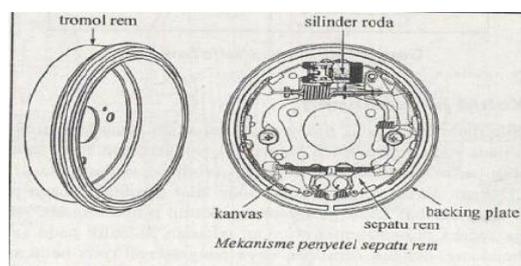
Sebelum 1870, roda kendaraan masih terbuat dari kayu, dan alat yang di gunakan untuk memperlambat laju roda juga terbuat dari kayu. Namun sejak 1870, roda mulai di buat dengan menggunakan besi untuk mengurangi keausan kayu. Pada waktu itu bidang gesek rem juga menggunakan besi. Penggunaan besi untuk bidang gesek re mini memang membuatnya lebih awet, namun rem tidak pakem. Namun pada 1994, di temukan kalau asbestos mengandung zat karsinogen yang di tuding sebagai salkah satu zat penyebabkanker paru-paru [8]. Dan efek itu baru terasa setelah 10-15 tahun. Sejak itu, produksinya sudah mulai perlahan di hentikan. Sebagai gantinya adalah penggunaan *brass*, *copper fiber* dan *aramid pulp*. Kampas rem *non asbestos* ini terbagi dua yakni, *low steel* yang masih mengandung besi meski sedikit dan *non-steel* yang tidak menggunakan besi. Selain ramah lingkungan, kampas rem non asbestos juga memiliki segudang kelebihan lain seperti tidak mudah bunyi, tahan panas dan memiliki friksi baik [9].

2.7 Material Komposit Untuk Kampas Rem

Indonesia kaya akan material-material bahan tambang berupa oksida-oksida logam seperti *Calcite*, *Barite*, *Hematite*, *Silikat*, dll yang sangat bermanfaat dan murah untuk pengembangan bahan tahan aus tinggi. Di samping itu pula juga memiliki potensi bahan-bahan organik alam lainnya yang biasa di dimanfaatkan sebagai matriks bahan komposit. Secara umum ke empat klasifikasi bahan friksi harus mengandung tipe bahan penyusun yang terdiri dari bahan pengikat, bahan serat dan bahan pengisi [10]. Bahan kampas rem yang akan di ujikan yaitu adalah komposit yang terdiri dari resin sebagai pengikat dan abu cangkang sawit sebagai penguat atau filler. Resin ini berfungsi untuk mengikat berbagai zat penyusun di dalam bahan tersebut.

2.8 Mekanisme Kerja Pengereman Pada Sepeda Motor

Secara umum cara kerja rem adalah memanfaatkan gaya gesekan mekanik untuk memperlambat laju kendaraan dan akhirnya berhenti. Kontruksi rem tromol (*drum break*) yang umumnya di operasikan secara mekanis dan sistem operasinya cukup sederhana. Terdiri atas sepasang sepatu rem, pegas pembalik (penarik), tambatan rem, kam (pendorong) yang semua itu terpasang pada hub roda. Kemudian bersama hub tersebut, semua komponen rem di pasang dalam tromol. Bila rem dan komponen tidak ikut berputar, tromol berputar bersama roda. Tepatnya rem bekerja dengan menahan putaran tromol . Penyetelan sepatu rem tromol dapat dilihat pada gambar 2.2.

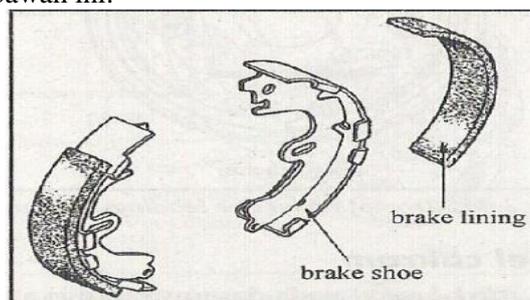


Gambar 2.2 Mekanisme penyetelan sepatu rem

Berdasarkan cara kerjanya, rem tromol di bagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. Jenis system leading trailing, pada jenis ini meski kedua sepatu rem sama-sama menembang namun memiliki efek pengereman yang berbeda atau berlawanan. Perbedaan terjadi karena arah perputaran roda tersebut. Untuk menggerakkan kedua sepatu rem nya di gunakan satu kam saja, seperti yang di perhatikan arah satu putaran roda, dimana roda berputar searah jarum jam.

2. Cara pengereman trailing, yaitu pada saat sepatu rem sama-sama menekan, tromol juga mengerem sepatu rem kiri ke arah dalam tromol, karena sepatu di tekan secara terus menerus efek pengereman menjadi kurang bagus. Sementara itu, sepatu rem sebelah kanan cenderung ke luar atau terus menerus menekan tromol, akibatnya gaya pengereman semakin bertambah. Bagian –bagian kampas rem dapat di lihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 bagian-bagian kampas rem [10].

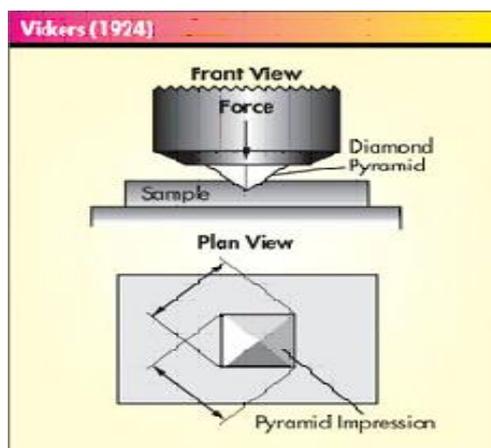
2.9 Sifat Mekanik Kampas Rem

Secara umum bagian-bagian kampas rem terdiri dari daging kampas (bahan friksi), dudukan kampas (*body brake shoe*) dan 2 buah spiral. Pada aplikasi system pengereman otomotif yang aman dan efektif, bahan friksi harus memenuhi persyaratan minimum mengenai unjuk kerja, noise dan daya tahan. Bahan rem harus memenuhi persyaratan keamanan, ketahanan dan dapat mengerem dengan halus. Selain itu pula harus mempunyai koefisien gesek yang tinggi, keausan kecil, kuat, tidak melukai permukaan roda dan dapat menyerap getaran. Karakterisasi yang perlu dilakukan dalam pembuatan kampas rem sepeda motor adalah kekerasan dan keausan. Kedua hal ini sangat penting karena saling berhubungan satu sama lain.

2.10 Pengujian Sifat Mekanik

2.10.1 Pengujian Kekerasan

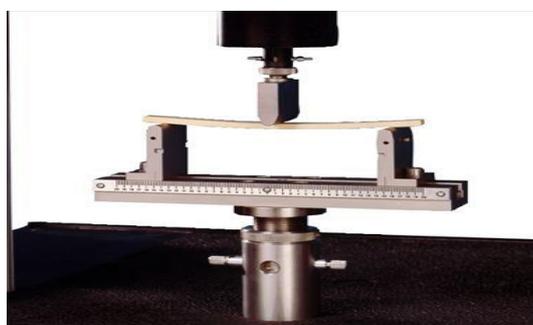
Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula Metode pengujian Vickers dapat di lihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Metode Pengujian Vickers [11]

2.10.2 Pengujian lentur

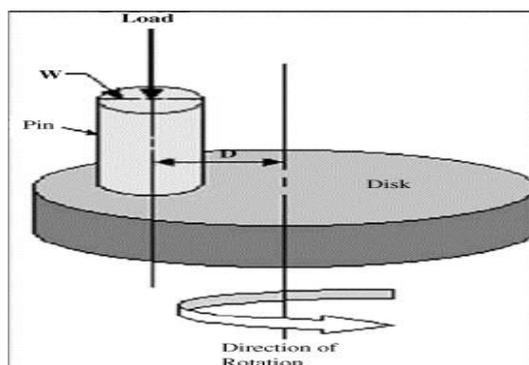
Kekuatan (*strength*), menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah.. Kelenturan merupakan sifat mekanik bahan yang menunjukkan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum suatu bahan putus atau patah. Untuk mengetahui kekuatan lentur suatu material dapat di lakukan dengan pengujian lentur terhadap material tersebut. Metode three point bending dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Metode Three Point Bending [11].

2.10.3 Pengujian Keausan

Keausan pada umumnya di definisikan sebagai kehilangan material secara progresif atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan suatu hasil. Pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya. Pengujian keausan dapat di lakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual [12].



Gambar 2.8 Pengujian Pin On Disk [12]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metoda

Pembuatan spesimen dengan menggunakan metoda *hand lay out*, dengan cara di aduk dan di tuang ke dalam cetakan supaya menjadi bentuk spesimen sesuai dengan pengujiannya. Pada penelitian ini di gunakan metode eksperimen dengan melakukan pengujian mekanik yaitu, uji keras, uji lentur dan uji aus.

3.2 Waktu dan Tempat

Waktu penelitian ini di rencanakan selama enam bulan dari bulan maret sampai dengan september. Tempat penelitian ini di lakukan di Laboratorium Noise & Vibration Control Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara (USU) untuk uji keausan. Laboratorium Uji Mekanis Dan Material Teknik Balai Riset Dan Standarisasi Industri Medan (BARISTAN) untuk pengujian lentur dan Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Negeri Medan (UNIMED) untuk pengujian kekerasan.

3.2 Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang di pergunakan adalah :

1. Tabung ukur/gelas ukur untuk menentukan volume komposisi bahan-bahan
2. Timbangan digital, untuk mengukur berat resin dan abu cangkang sawi
3. Mesh atau ayakan untuk menghaluskan debu agar homogen
4. Alat ukur jangka sorong untuk mengukur dimensi spesimen
5. Cetakan spesimen berbentuk balok dan lingkaran yang di gunakan sebagai tempat untuk membuat spesimen. Yaitu spesimen untuk uji kekerasan, lentur dan keausan.
6. Alat pelengkap seperti pisau, skrup, kuas, penggaris, masker dan juga kertas pasir
7. Alat uji kekerasan dengan menggunakan metode Hardnes Micro Vickers. Pada penelitian ini di gunakan metode vickers karena spesimen pengujiannya termasuk lunak.
8. Alat uji lentur menggunakan metode three point bending, dengan alat Universal Testing Machine dengan kapasitas 5 ton
9. Alat uji keausan dengan metode pin on disk dengan ASTM G99-04. Pada penelitian ini uji keausannya menggunakan metode pin on disk untuk mengetahui nilai keausannya

3.3.2 Bahan

1. Abu terbang (*fly ash*) cangkang sawit

Abu terbang (*fly ash*) cangkang sawit merupakan hasil pembakaran cangkang sawit. Dalam proses Tandan Buah Segar (TBS) menjadi minyak sawit/ CPO, menghasilkan limbah padat yang sangat banyak berupa serat, cangkang dan tandan buah kosong di mana untuk setiap 100 ton TBS yang di proses terdapat 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan buah kosong. Untuk membantu pemulihan limbah dan energi kemudian cangkang di gunakan sebagai bahan bakar untuk boiler.

2. Resin

Resin adalah salah satu serat penguat alami dalam suatu material komposit. Fungsi utama serat adalah untuk mengikat kedua bahan dan memindahkan tegangan dengan serat penguat (*reinforced fibre*). Secara umum, resin juga di sebut sebagai polimer atau plastik. Polimer dalam penelitian ini termasuk dalam polimer termoset. Resin yang di gunakan pada penelitian ini merupakan jenis resin *epoxy*. Yaitu *Unsaturated Polyester* BQTN-157 yang merupakan polyester resin tak jenuh.

3. Katalis

Jenis katalis yang di gunakan pada penelitian ini adalah *Methyl Ethyl Ketone Peroksida* (MEKPO).

4. WAX

Wax atau biasa disebut *maximum mold release wax* merupakan bahan yang sangat mendukung dalam proses pembuatan spesimen ini. Wax berbentuk padat menyerupai sabun berwarna kuning. Wax tersebut digunakan untuk melapisi cetakan dan berfungsi juga sebagai pelekat pada cetakan spesimen yang akan dibuat.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyiapan Bahan Baku

Pertama-tama mengambil abu (*fly ash*) cangkang sawit ke pabrik kelapa sawit. Abu cangkang yang di ambil berasal dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berada di kecamatan Selesai Kabupaten Langkat. Setelah abu diambil dan di masukkan kedalam sebuah goni plastik ukuran 15 kg, kemudian di ayak dengan menggunakan mesh ukuran no 25 supaya mendapatkan abu (*fly ash*) yang lebih halus dan dengan diameter yang sama. Setelah itu di siapkan lah resin, dan pada penelitian ini resin dan juga katalis yang berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan. Kemudian bahan-bahan tersebut di campurkan dengan komposisi yang telah di tentukan dan kemudian di aduk dengan tangan dalam waktu lima menit sehingga bahan tercampur secara homogen dan di tuang kedalam cetakan spesimen.

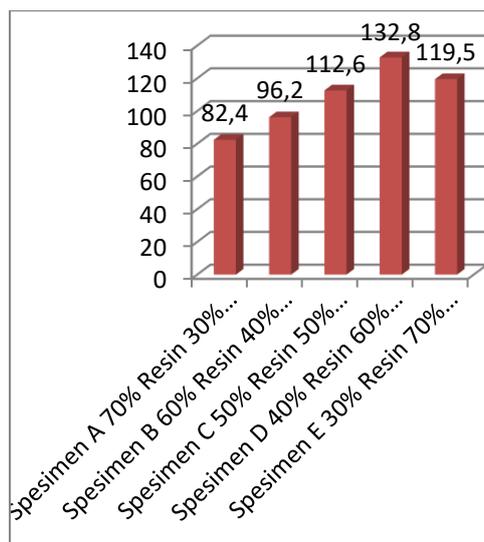
3.4.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini di lakukan dengan memvariasikan antara abu terbang (*fly ash*) cangkang sawit dengan resin yaitu antara, 70%, 60%, 50%, 40% dan 30% abu terbang (*fly ash*) cangkang sawit dengan 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% resin dan di tambahkan katalis secukupnya. Setiap komposisi terdiri dari lima spesimen, yang terdiri dari spesimen A1-1-A1-5, B1-1-B1-5, C1-1-C1-5, D1-1-D1-5, dan E1-1-E1-5.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1. Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Vickers dapat di lihat pada grafik dibawah ini dengan ukuran spesimen standart ASTM E-10, yang terdapat pada gambar 4.1 .



Gambar 4.1 Grafik Uji Kekerasan

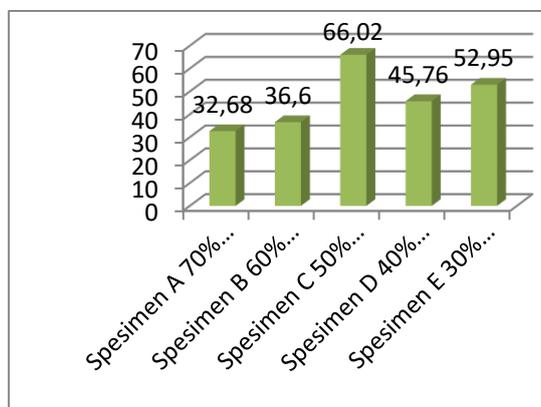
4.1.2 Pembahasan Uji Kekerasan

Pada penelitian ini digunakan dengan metode Vickers ,karna benda uji pada penelitian ini termasuk dalam kategori lunak ,pada penelitian ini setiap benda uji/spesimen dilakukan penekanan untuk mengetahui nilai kekerasannya dengan beban yang sama yaitu 50 Kgf .Dan spesimen yang paling keras yaitu pada spesimen D dengan komposisi 40 % resin ,60% fly ash. Dari ke lima spesimen D tersebut diambil nilai rata-ratanya yaitu,132,8 HV dan specimen A dengan komposisi

70% resin ,30% Fly ash, sebagai spesimen yang paling lunak. Dari kelima spesimen A tersebut diambil nilai rata-ratanya yaitu, 82,4 HV.

4.2.1 Hasil Pengujian Lentur

Hasil pengujian lentur dengan menggunakan metode three point bending dapat dilihat pada grafik dibawah ini ,dengan ukuran spesimen standart ASTM D 790 -03, yang terdapat pada gambar 4.2.



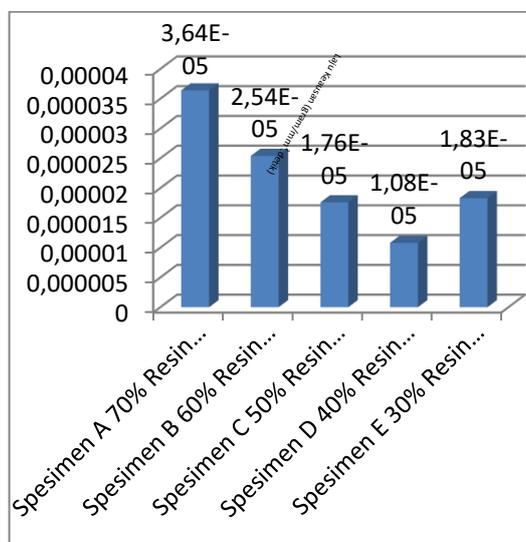
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Lentur

4.2.2 Pembahasan Uji Lentur

Pada pengujian lentur ini digunakan spesimen dengan standart ASTM D 790-03. Pada pengujian lentur ini spesimen C dengan komposisi 50%resin,50% Fly ash memiliki tegangan lentur yang paling tinggi 66,02N/mm².

4.3.1 Hasil Pengujian Laju Keausan

Hasil pengujian keausan dengan menggunakan metode pin on disk dapat dilihat pada diagram dibawah ini ,dengan ukuran spesimen standart ASTM G99-04, yang terdapat pada gambar 4.3.



Gambar 4.5 Grafik Laju Keausan

4.3.1 Pembahasan laju keausan

Pengujian laju keausan merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui laju keausan pada benda uji atau spesimen .Pada penelitian ini dilakukan pengujian keausan dengan metode pin on disk dengan standart ASTM G99-04 pada pengujian ini spesimen mengalami keausan *abrasive* dengan pembebanan 1Kg dan di berikan kecepatan yang konstan 180 rpm dan waktu 600 detik (10

menit). Pada specimen A1-1 dengan komposisi 70 %resin ,30% fly ash memiliki berat awal 23,74 gram , berat setelah pengausan 21,18 gram dan luas bidang kontak pengausan 141,3mm.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian kekerasan, kelenturan dan keausan yaitu Sifat mekanik komposit bahan kampas rem dengan komposisi 40% resin dan 60% fly ash atau specimen D memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi di antara specimen lainnya yaitu 132,8 HV. Sifat mekanik komposit bahan kampas rem dengan komposisi 50% resin dan 50% fly ash atau specimen C memiliki tingkat kelenturan yang paling baik di antara specimen lainnya yaitu, 66,02 N/mm² dan sifat mekanik komposit bahan kampas rem dengan komposisi 40% resin dan 60% fly ash atau specimen D yang memiliki tingkat keausan yang paling rendah di antara specimen lainnya yaitu, 1,08 x 10⁻⁵ gr/mm².detik.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang perlu di perhatikan pada penelitian selanjutnya antara lain :

1. Sebaiknya bahan/ komposisi untuk penelitian selanjutnya di cari yang lebih bervariasi dan lebih inovatif. Bahan yang selama ini tidak terpakai menjadi terpakai dan berguna untuk bahan komposit kampas rem, sekaligus untuk mengurangi limbah pabrik.
2. Dalam pembuatan specimen perlu di perhatikan bentuk dan ukuran yang sesuai dengan standart ASTM yang di sesuaikan dengan jenis pengujiannya.
3. Dalam proses pembuatan specimen material komposit bahan kampas rem perlu di perhatikan dalam hal pengayakan agar fly ash tersebut memiliki diameter yang sama dan homogen, begitu juga pada proses pengadukan tidak boleh terlalu lama ataupun terlalu cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ari Tristanto Wibowo, 2009. Analisa Pengaruh Kampas Rem Dengan Menggunakan Bahan Asbes Bagi Kesehatan, Jurnal Teknik Kimia, ITS, Surabaya.
- [2] Pratama, 2011. Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem Dengan Penguat Fly Ash Batubara.
- [3] Agus Pramono, 2008. Komposit Sebagai Trend Teknologi Masa Depan. Jurnal, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Yogyakarta.
- [4] Callister, William D, 1994. Material Science and Engineering and Introduction, Third Edition, Jhon Wiley and Sons, New York.
- [5] Hutahaean B, 2007 Unsur Kimia Abu Cangkang Sawit.
- [6] Putu Lokantara, Ngakan Putu Gede Suardana, 2007. Analisa Arah dan Perlakuan Serat Tapis Serta Rasio Epoxy Hardener Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Tapis/Epoxy. Jurnal, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana Bali.
- [7] Ahmad Multazam, Ahmad Zainuri, Sutija, 2012. Analisa Pengaruh Variasi Merek Kampas Rem Tromol dan Kecepatan Sepeda Motor Supra 125 Terhadap Keausan Kampas Rem. Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Mataram.
- [8] Hardianto, 2008 Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner. Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Petra Surabaya.
- [9] Sulistijono, 2004. Material Komposit. Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, ITS, Surabaya.
- [10] Suardia Tata dan Shinroku, 1995. Pengetahuan Bahan Teknik, Prandya Paramita, Jakarta.
- [11] <http://www.alatuji.com> (Online 24 Mei 2013).
- [12] Malau, Victor dan Andika Widyaparaga, 2008. Pengaruh perlakuan panas Quench dan temperatur terhadap laju keausan.