

STUDI KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIK KOMPON KARET DENGAN VARIASI KOMPOSISI SULFUR DAN CARBON BLACK SEBAGAI BAHAN DASAR BAN LUAR

Muhammad Alfatih Hendrawan¹, Pramuko Ilmu Purboputro²

^{1 2} Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartosuro
email : alfatih@ums.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan rangkaian penelitian dalam hal mendapatkan bahan ban luar yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh karakteristik kompon karet berdasarkan variasi komposisi sulfur dan carbon black. Karakterisasi yang dilakukan adalah mendapatkan angka kekerasan, kekuatan tarik dan keausan dari kompon yang dibuat dan koefisien gesek dari kompon tersebut pada lintasan semen yang kering dan basah.

Komposit karet dibuat dari campuran karet alam, karet sintetis, berbagai zat kimia, carbon black dan sulfur. Variasi jumlah campuran dilakukan pada carbon black dan sulfur dengan tiga tingkat perbedaan yaitu 50/3 Phr (kompon 1), 55/3,5 Phr (kompon 2) dan 60/4 Phr (kompon 3). Kompon buatan dan pabrikan yang telah divulkanisasi kemudian di uji kekerasan dengan standar SNI 0778 – 2009 dan uji kekuatan tariknya dengan standar ASTM D638-02. Selain itu, pengujian keausan juga dilakukan untuk kompon buatan dan pabrikan pada lintasan semen yang basah dan kering.

Dari uji kekerasan didapatkan bahwa meningkatnya jumlah carbon black dan sulfur akan meningkatkan nilai kekerasan dari kompon, dimana pada penelitian ini diperoleh 75 (kompon 1), 75 (kompon 2), 77 (kompon 3). Hasil ini menunjukkan bahwa kekerasan kompon buatan lebih besar daripada kompon pabrikan. Untuk pengujian tarik diperoleh bahwa semakin besar jumlah carbon black dan sulfur dalam kompon buatan akan meningkatkan kekuatan tarik yaitu 13,46 N/mm (kompon 1), 15,32 N/mm (kompon 2), 16,69 N/mm² (kompon 3), sedangkan pada pengujian keausan diperoleh kecenderungan terbalik dimana semakin tinggi carbon black dan sulfur, semakin rendah laju keausan rata-rata kompon baik pada lintasan basah maupun kering. Hal ini menunjukkan bahwa kompon pabrikan masih memiliki kekuatan tarik yang lebih besar daripada kompon buatan dan laju keausan rata-ratanya lebih rendah daripada kompon yang telah dibuat

Kata kunci: sulfur, carbon black, kompon, keausan .

1. PENDAHULUAN

Ban merupakan salah satu komponen dari kendaraan yang fungsinya sangat vital untuk laju sebuah kendaraan. Cengkraman ban atau biasa disebut koefisien grip akan berpengaruh terhadap gaya dorong kendaraan. Semakin besar koefisien grip akan memperbesar cengkraman ban terhadap jalan, sehingga laju kendaraan yang dihasilkan juga akan semakin besar. Ban yang berkualitas adalah apabila memiliki koefisien grip dan ketahanan keausan, akan tetapi biasanya dua variable tersebut akan saling berkebalikan.

Penelitian bahan ban sekarang ini didominasi oleh negara besar seperti Jepang dan Perancis. Penelitian yang telah dilakukan pada umumnya pada skala yang besar, penelitian pada skala kecil dan portabel belum dikembangkan. Untuk itu perlu dikembangkan penelitian ini pada skala portabel, yang bisa digeneralisir pada kondisi riilnya. Pada penelitian ini akan dikembangkan penelitian koefisien grip pada skala kecil, dengan parameter-parameter yang akan dikembangkan dan dicermati secara proporsional, sehingga hasilnya dapat dianggap mendekati kondisi yang sebenarnya. Penelitian koefisien grip masih jarang dilakukan, karena membutuhkan perangkat keras yang cukup besar dan mahal. Dengan pemodelan penelitian dengan skala mikro memungkinkan hasil yang mendekati, dengan biaya yang relatif sedikit.

Bahan dasar ban adalah karet dengan campuran proses vulkanisasi adalah unsur sulfur. Penambahan sulfur dan karbon akan mempengaruhi sifat mekanis bahan karet ban antara lain kekerasan, kekuatan tarik dan daya cengkramannya. Secara teoretis daya cengkraman atau grip ban, bergantung pada : jenis batikan, komposisi kompon ban, batikan ban, jenis dan kondisi lintasan

serta temperatur kontak ban dengan lintasan. Pada tahap awal penelitian, dilakukan optimasi komposisi dengan memvariasi tambahan sulfur dan karbon pada bahan karet ban, kemudian dilakukan pengujian tarik dan pengujian keausannya. Seiring berkembangnya jenis-jenis ban berbagai produsen ban pun bermunculan, mereka saling bersaing untuk menghasilkan ban yang berkualitas baik dari segi campuran bahan, model ban, performa maupun kenyamanan saat digunakan. Faktor Komposisi bahan adalah yang paling berpengaruh langsung terhadap kualitas yang akan dihasilkan. (Wikipedia, 2012)

Kompon karet adalah campuran karet mentah dengan bahan-bahan kimia yang belum divulkanisasi. Proses pembuatan kompon adalah pencampuran antara karet mentah dengan bahan kimia karet (bahan aditif). Karet untuk kompon terdiri dari dua jenis, yaitu karet alam dan karet sintesis. Karet alam adalah sumber karet yang berasal dari getah pohon karet (lateks), Karet sintesis adalah karet yang berasal dari hasil samping pengolahan minyak bumi yang kemudian melalui reaksi polimerisasi menjadi suatu material baru yang sifatnya mendekati sifat karet alam. Bahan kimia yang digunakan untuk meningkatkan sifat fisis karet dalam pembuatan kompon adalah bahan anti degradan, *filler* (bahan pengisi), Anti oksidan, bahan pelunak dan bahan kimia lainnya. Ban kendaraan terbuat dari karet karena sifatnya yang lentur dan elastis. Elastis adalah keadaan benda dimana jika ditekan akan kembali ke bentuk semula.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Amraini pada tahun 2009, diperoleh bahwa pengaruh komposisi teknik penambahan *filler carbon black* (CB) terhadap sifat tensile dan morfologi campuran *natural rubber/ polypropylene* (NR/PP) sehingga hasil yang didapat adalah peningkatan sifat tensile campuran NR/PP. *Morfologi* terbaik diperoleh dengan metode dimana CB dan NR dicampur terlebih dahulu dalam Roll Mill sebelum dicampur PP dalam *Internal Mixer*. Sedangkan menurut Alfa dkk pada tahun yang sama, menunjukkan bahwa penggunaan bahan dasar karet *skim* adalah karet yang mendapat perlakuan perendaman dalam larutan NaOH 3% (karet *skim* baru). Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan adalah mengenai bahan dasarnya yaitu karet alam.

Pada penelitian yang lain yang telah dilakukan oleh Rahmaniari pada tahun 2010 menghasilkan bahwa variasi suhu dan ukuran partikel sulfur sangat berpengaruh nyata terhadap sifat fisik karet komponen kendaraan bermotor. Hasil Hal ini menunjukkan bahwa variasi suhu vulkanisasi dan ukuran sulfur, serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, ketahanan kikis dan berat jenis karet komponen kendaraan bermotor.

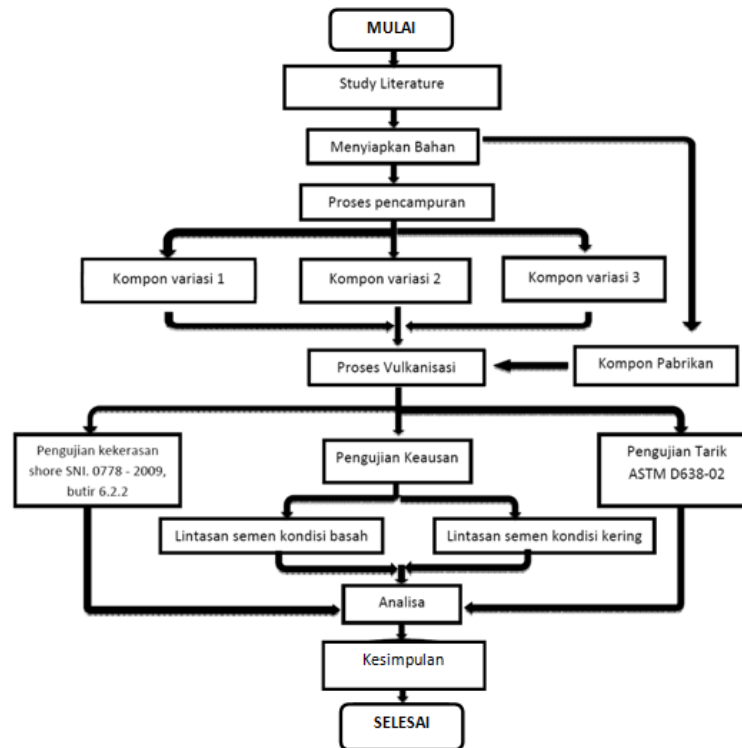
Pada penelitian yang lain, Prasetya Hari pada tahun 2012 telah menyimpulkan bahwa ukuran partikel filler sebagai bahan pengisi dan waktu vulkanisasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisis kompon karet, yaitu tegangan putus, kekerasan, ketahanan kikis, ketahanan usang untuk perubahan tegangan putus, namun tidak berpengaruh nyata terhadap ketahanan usang untuk perubahan kekerasan kompon karet.

Selanjutnya, ada banyak faktor yang mempengaruhi koefisien grip ban yaitu gaya vertical dari ban terhadap aspal, koefisien gesek antara permukaan yang saling bersinggungan, *pattern* (batikan ban), tekanan udara pada ban, jenis karet. Karakter jalan dan jenis jalan juga yang basah atau kering memiliki sifat permukaan yang berbeda serta temperature jalan ataupun ban itu sendiri. Daya cengkram grip dapat ditingkatkan dengan memperbaiki koefisien grip antara ban dengan permukaan jalan. Karena permukaan jalan adalah besaran konstan yang tidak bisa diubah, maka untuk menaikkan koefisien gesek dengan memperbaiki kualitas dari komposisi kompon ban. Oleh karena itu dalam penelitian ini yaitu mengolah karet alam dicampur dengan karet sintesis dan bahan-bahan pendukung lainnya dengan beberapa variasi perbandingan komposisi sulfur dan carbon black untuk membuat lapisan ban luar dengan tujuan, diantaranya:

1. Mempelajari pengaruh komposisi kompon dengan variasi jumlah sulfur dan carbon black pada kekuatan tarik dan keausannya untuk mendapatkan koefisien grip yang baik pada lintasan semen dalam kondisi basah dan kering.
2. Mempelajari perbandingan hasil pengujian tarik dan keausannya koefisien grip antara variasi kompon buatan dengan kompon dipasaran pada lintasan semen

2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun alur penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan diperoleh kemudian dilakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan sesuai dengan formulasi masing-masing kompon. Satuan yang biasa digunakan pada polimer adalah menggunakan Phr yaitu Part per Hundred Resin, dimana untuk penimbangan dikonversi ke dalam berat bagian komponen penyusun kompon. Untuk proses pencampuran bahan-bahan penyusun, dicampur dengan menggunakan mesin *two roll mixing* sampai kondisi semua bahan tercampur dengan baik, dimana untuk mengukurnya digunakan *Rheometer*. Setelah bahan-bahan tercampur semua dan menjadi lembaran kompon, kemudian dimasukkan ke dalam *mold* atau cetakan. Langkah selanjutnya yaitu proses vulkanisasi pada suhu 150 °C dan tekanan 10 MPa selama kurang lebih 17 menit dengan menggunakan mesin *vulcanizing press*.

Tabel 1. Komposisi bahan kimia variasi 1, 2 dan 3

No	Nama Bahan	Kompon variasi 1		Kompon variasi 2		Kompon variasi 3	
		Phr	Gram	Phr	Gr	Phr	Gr
1	RSS	70	41,54	70	40,23	70	39
2	SBR	30	17,80	30	17,24	30	16,71
3	Black Carbon	50	29,67	55	31,61	60	33,43
4	Parafinic Oil	6	3,56	6	3,45	6	3,34
5	Zno	4	2,37	4	2,30	4	2,23
6	SA	2	1,19	2	1,15	2	1,11
7	Parafin Wax	0.5	0.30	0.5	0,29	0.5	0,28
8	MBTS	1	0,59	1	0,57	1	0,56
9	Resin	2	1,19	2	1,15	2	1,11
10	Sulfur	3	1,78	3,5	2,01	4	2,23
Jumlah		168,5	100	174	100	179,5	100

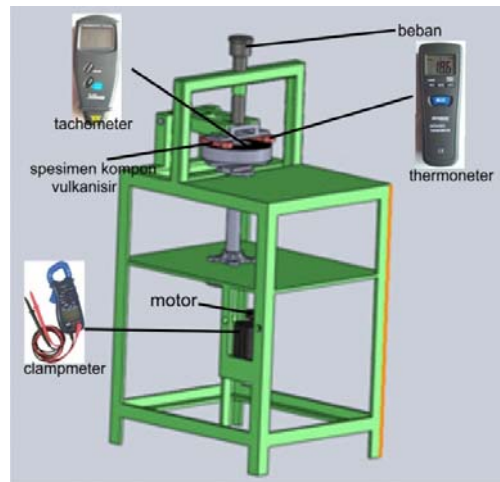
Setelah semua spesimen selesai dibuat maka spesimen di uji gesek pada lintasan semen basah dan kering. Pada saat pengujian gesek dilakukan, maka lintasan berputar dan kompon

ban mulai diuji. Pada saat lintasan semen berputar maka akan terjadi gesekan dan menimbulkan panas. Untuk mengetahui panas yang terjadi pada lintasan semen dan panas kompon ban, maka dilakukan pembacaan suhu dengan menggunakan *infrared thermometer* yaitu dengan menyorotkan laser kelintasan aspal dan spesimen uji maka akan diketahui berapa suhu yang ditimbulkan.

Untuk mengetahui berapa putaran lintasan aspal, maka digunakan alat pengukur putaran atau *tachometer*. Perangkat yang digunakan adalah yang memiliki sifat non-contact yaitu menggunakan sinar laser yang diarahkan ke benda yang akan diukur namun sebelumnya telah diberi stiker (*aluminium foil*). Stiker ini berfungsi sebagai sensor pembaca pada *tachometer* jenis ini.

Untuk mengetahui voltase dan ampere yang diderita oleh mesin gesek, maka digunakan *Clampmeter* Untuk pembacaan ampere, *clampmeter* dijepitkan ke salah satu kabel. Sedangkan untuk pembacaan voltasenya alat ini menggunakan kabel kontak yang di kontakkan pada sumber listrik dari motor atau dinamo.

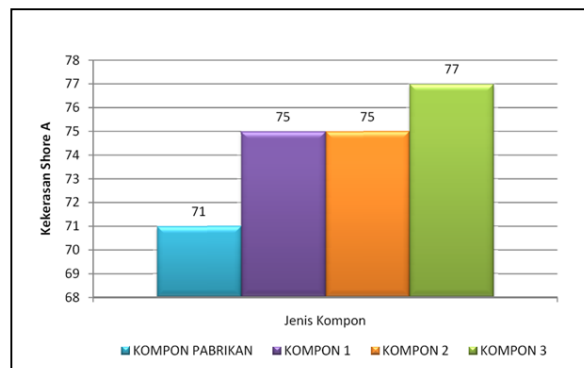
Untuk mengukur berat spesimen sebelum diuji gesek dan setelah diuji gesek maka digunakan timbangan digital. Maksimal berat yang biasa diukur oleh timbangan ini sebesar 500gr. Dengan menggunakan timbangan model ini maka berat sebelum pengujian dan setelah pengujian akan jelas terlihat.



Gambar 2. Instalasi pengujian grip

3. ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian kekerasan

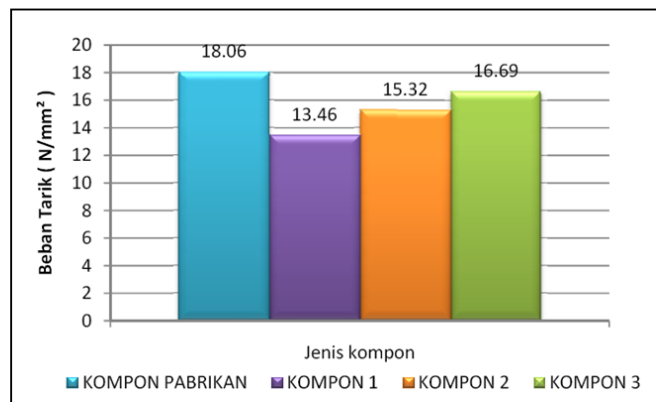


Gambar 3. Hasil uji kekerasan kompon dengan standar Shore A

Dengan melihat tabel 1 dan gambar 3 terlihat bahwa perbandingan jenis kompon terhadap nilai kekerasan *Shore A* dengan standart metoda uji SNI. 0778 – 2009, didapatkan hasil studi sebagai berikut : nilai kekerasan untuk kompon pabrikan sebesar 71, nilai kekerasan kompon 1 sebesar 75, nilai kekerasan kompon 2 sebesar 75 dan nilai kekerasan kompon 3 sebesar 77. Maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kompon buatan 1,2 dan 3 memiliki nilai kekerasan diatas kompon pabrikan.

Dilihat dari besarnya kekerasan *shore A*, kompon 3 memiliki kekerasan yang paling tinggi, karena penggunaan *carbon black* yang lebih banyak sebagai bahan pengisi berperan penting pada kekerasan dan keuletan. Boonstra, 2005 menjelaskan bahwa *carbon black* dapat memperbesar volume karet, memperbaiki sifat fisis karet dan memperkuat *vulkanisasi*. Selain itu, penggunaan sulfur juga mempengaruhi kekerasan kompon. Hal ini sesuai dengan percobaan yang dilakukan Rahmaniar. Penggunaan sulfur yang tepat akan menghasilkan kekerasan yang tinggi sesuai kebutuhan.

3.2 Pengujian tarik kompon



Gambar 4. Hasil pengujian tarik kompon

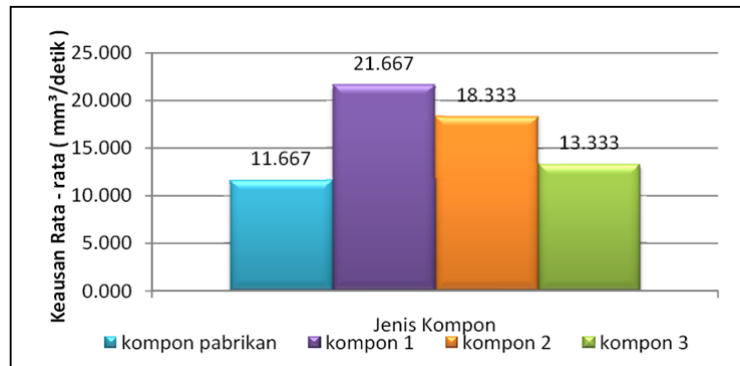
Dari hasil pengujian tarik diperoleh sebagai berikut : untuk hasil uji tarik kompon pabrikan didapatkan beban persatuan luas sebesar 18,06 N/mm² atau 542,493 N, dan pertambahan panjang rata-rata sebesar 13 mm dari panjang awal 160 mm. Kompon variasi 1 didapat beban tarik rata-rata 41,1 kgf atau 403,191 N, rata-rata beban per satuan luas sebesar 13,46 N/mm² dan pertambahan panjang rata-rata sebesar 6,25 mm dari panjang awal 160 mm. Untuk Kompon variasi 2 didapat beban tarik rata-rata 46,9 kgf atau 460,089 N, rata-rata beban per satuan luas sebesar 15,32 N/mm² dan pertambahan panjang rata-rata sebesar 8,75 mm dari panjang awal 160 mm. Sedangkan Kompon variasi 3 didapat beban tarik rata-rata 51,0 kgf atau 500,31 N, rata-rata beban per satuan luas sebesar 16,69 N/mm² dan pertambahan panjang rata-rata sebesar 10,75 mm dari panjang awal 160 mm.

tabel 2. pertambahan panjang kompon saat uji tarik

JENIS KOMPON	KODE KOMPON	BEBAN MAKSIMUM			PERTAMBAHAN PANJANG RATA - RATA (mm)
		SATUAN (kgf)	SATUAN (N)	Beban per satuan luas (N/mm ²)	
KOMPON PABRIKAN	A	54,9	538,569	17,952	13
	B	56,1	550,341	18,345	
	C	54,3	530,721	17,691	
	D	55,8	547,398	18,247	
KOMPON 1	A	39,8	390,438	13,015	6,25
	B	41,2	404,172	13,472	
	C	43,1	442,811	14,094	
	D	40,4	359,324	13,211	
KOMPON 2	A	47,3	464,013	15,467	8,75
	B	45,7	448,317	14,944	
	C	46,6	457,146	15,238	
	D	47,8	468,918	15,631	
KOMPON 3	A	49	480,69	16,023	10,75
	B	53,2	524,835	17,495	
	C	51,9	509,139	16,971	
	D	49,7	487,557	16,252	

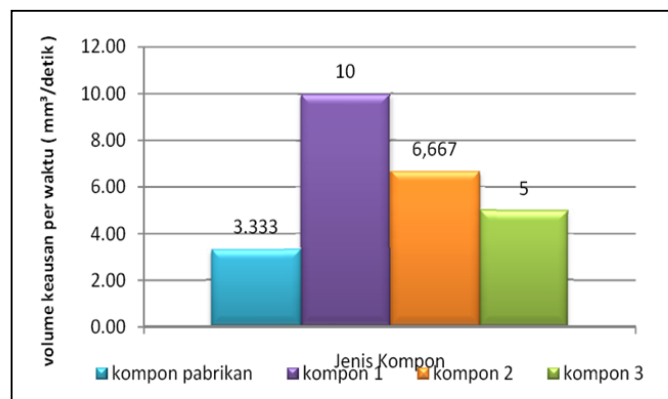
Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa dari pengujian tarik kompon variasi 1, 2, 3 dan kompon pabrikan untuk beban tarik rata-rata terkecil pada kompon 1 dengan beban per satuan luas sebesar 13,46 N/mm² atau 403,191 N dan tertinggi pada kompon pabrikan dengan beban 18,06 N/mm² atau 542,493 N. Sedangkan untuk pertambahan panjang rata-rata terkecil pada kompon variasi 1 sebesar 6,25 mm dan terbesar pada kompon pabrikan sebesar 13 mm. Dilihat dari besarnya uji tarik, kompon variasi 3 memiliki hasil yang mendekati kompon pabrikan. Hal ini karena penggunaan *filler carbon black* secara signifikan dapat meningkatkan nilai beban tarik. Pertambahan panjang yang terjadi pada kompon 3 sebesar 10,75 mm, hal ini karena penggunaan *carbon black* yang membuat elastisitas karet berkurang. hal ini sesuai penelitian sebelumnya oleh Amraini, dkk (2009) dengan judul penelitiannya “Pengaruh *Filler Carbon Black* Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit *Natural Rubber / Polypropylene*”.

3.3 Pengujian keausan



Gambar 5. Hasil pengujian keausan pada lintasan kering

Gambar 5 menunjukkan pada pengujian lintasan kering komponen pabrikan mempunyai nilai keausan terendah yaitu 11,667 mm³/detik. Pada pengujian yang sama, kompon variasi 1 dan kompon variasi 2 memiliki nilai keausan yang tinggi yaitu masing – masing 21,667 mm³/detik dan 18,333 mm³/detik. Sedangkan kompon variasi 3 memiliki nilai keausan yang mendekati kompon pabrikan yaitu 13,333 mm³/detik.



Gambar 6. Hasil pengujian keausan pada lintasan basah

Pada pengujian lintasan basah sebagaimana pada gambar 6, kompon pabrikan memiliki nilai keausan terendah yaitu 3,333 mm³/detik. Untuk kompon variasi 1 memiliki nilai keausan yang tinggi yaitu 10 mm³/detik. Sedangkan kompon variasi 2 dan kompon 3 memiliki nilai keausan yang hampir sama yaitu masing masing 6,667 mm³/detik dan 5 mm³/detik.

Dari gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa pada pengujian kering dan basah, keausan kompon 3 hampir mendekati kompon pabrikan. Sedangkan keausan tertinggi pada pengujian kering dan basah adalah kompon variasi 1. Pada pengujian basah kompon variasi 3 nilai keausannya

mendekati kompon pabrikan. Maka dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kompon 2 dan 3 memiliki nilai keausan yang mendekati kompon pabrikan.

Dari hasil uji diatas dapat diketahui bahwa dalam pembuatan kompon ban, beberapa komposisinya terdapat bahan yang tahan terhadap keausan dan salah satunya *carbon black*, hal ini sesuai dengan percobaan yang di lakukan Hari adi prasetya,2008. Pada pengujian grip pada lintasan semen kering keausannya sangat tinggi, karena suhu yang tinggi akan mengakibatkan karet menjadi lebih lunak sehingga menjadikanya cepat aus. Pada kompon variasi 3 dengan variasi *carbon black* 60 phr dan *sulfur* 4 phr menghasilkan nilai keausan mendekati kompon pabrikan, sedangkan kompon variasi 1 dengan variasi *carbon black* 50 phr, *sulfur* 3 phr dan kompon variasi 2 dengan variasi *carbon black* 55 phr, *sulfur* 3,5 phr menghasilkan keausan jauh lebih besar. Hal ini penggunaan *carbon black* dan *sulfur* berpengaruh nyata pada ketahanan gesek. *Carbon black* memiliki sifat tahan terhadap suhu sehingga penggunaan variasi *carbon black* yang lebih banyak dalam pembuatan kompon berpengaruh besar pada hasil keausannya. Pada pengujian grip pada lintasan basah memiliki nilai keausan lebih sedikit, hal ini terjadi karena Selain dipengaruhi oleh variasi formula kompon juga dipengaruhi oleh suhu lintasan yang lebih rendah ketika lintasan basah. Dalam pengujian dua buah elemen yang digesekkan kemudian diberi fluida diantara keduanya maka fluida tersebut akan mengakibatkan berkurangnya gaya gesek dan menghambat kenaikan suhu.

4. KESIMPULAN

Dari analisa diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari uji kekerasan didapatkan bahwa meningkatnya jumlah *carbon black* dan *sulfur* akan meningkatkan nilai kekerasan dari kompon, dimana pada penelitian ini diperoleh 75 (kompon 1), 75 (kompon 2), 77 (kompon 3). Hasil ini menunjukkan bahwa kekerasan kompon buatan lebih besar daripada kompon pabrikan.
2. Pada pengujian tarik diperoleh bahwa semakin besar jumlah *carbon black* dan *sulfur* dalam kompon buatan akan meningkatkan kekuatan tarik yaitu 13,46 N/mm (kompon 1), 15,32 N/mm (kompon 2), 16,69 N/mm² (kompon 3), sedangkan pada pengujian keausan diperoleh kecenderungan terbalik dimana semakin tinggi *carbon black* dan *sulfur*, semakin rendah laju keausan rata-rata kompon baik pada lintasan basah maupun kering.
3. Kompon pabrikan memiliki kekuatan tarik yang lebih besar daripada kompon buatan dan laju keausan rata-ratanya lebih rendah daripada kompon yang telah dibuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pemerintah Indonesia, yang telah berkenan memberikan dana pada penelitian ini melalui skim Hibah Bersaing sesuai dengan Keputusan Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat DIKTI Nomor : 0100/E5.1/PE/2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, Ary Achyar; Bunasor, Tatit K. 2009. *Studi Pemanfaatan Karet Skim Baru Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Sol Karet*, Jourbal Teknologi Industri Pertanian, vol 11, halaman 11-19, FATETA-IPB, Bogor
- Amraini, Said Zul; Ida Zahrina; Baharudin. 2009 . *Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/ Polypropylene*. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. Vol.9. Pekanbaru.
- Bonstra, B.B, 1967, Mixing of carbon black and polymer : interaction and reinforcement, *Journal of Applied Polymer Science*, volume 11, halaman 389-406, German.
- Prasetya, Hari. 2012. *Arang Aktif Serbuk Gergaji Bahan Pengisi Untuk Pembuatan Kompon Ban Luar Kendaraan Bermotor*. *Jurnal Riset Industri*, vol. VI. Palembang.
- Rahmaniar, Marlina. 2010. *Pengaruh Ukuran Partikel Nano Sulfur Terhadap Sifat Fisis Karet Komponen Kendaraan Bermotor*. *Jurnal of Industrial Reasearch*, Vol. IV. Jakarta.
- Wikipedia, 2012, Ban, diakses dari <http://id.wikipedia.org/wiki/Ban> pada hari Senin, 26 Januari 2015