

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M4-013 Penerapan Pembuatan Karet Bantalan Mesin Dengan Bahan Pengisi Serbuk Nilon Pada Formula Kompon Karet Alam

Nur Husodo *, Budi Luwar Sanyoto **

Progdi D3 Teknik Mesin, FTI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
Kampus Keputih Sukolilo, Jl. Arif rahman Hakim, Surabaya
Telp. 031. 5922942, Fax. 031.5932625, E-mail.: nurhusodo@me.its.ac.id

ABSTRAK

Karet alam sangat cocok untuk digunakan sebagai produk-produk bantalan karena pada dasarnya karet alam mempunyai sifat elastis, fleksibel dan sifat peredaman. Untuk meningkatkan sifat peredamannya perlu ditambahkan bahan pengisi. Salah satu bahan pengisi yang menjadi alternative adalah serbuk nilon. Adanya serbuk nilon dalam kompon karet alam diharapkan meningkatkan sifat peredaman, sedangkan sifat mekanik lainnya diharapkan tetap memenuhi kriteria pemakaian karet untuk bantalan mesin. Penelitian dilakukan dengan membuat formula kompon karet alam yang kemudian ditambahkan dengan serbuk nilon. Kompon A adalah formula kompon karet alam untuk bantalan mesin, sedangkan variasi kompon B, C, D adalah formula karet alam yang ditambahkan dengan serbuk nilon sebesar 5 phr, 10 phr dan 15 phr. Waktu yang dipakai sebagai acuan untuk proses vulkanisasi optimum yaitu 11 menit pada ketebalan 2 mm. Vulkanisat yang dihasilkan diuji sifat mekanik antara lain uji tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, pampat tetap dan kepegasan pantul. Hasil pengujian vulkanisat dilakukan uji statistic anava dan di bandingkan dengan persyaratan standar untuk komponen karet bantalan mesin kendaraan bermotor. Hasil penelitian menunjukan bahwa penambahan serbuk nilon berpengaruh terhadap sifat mekanik, serbuk nilon dapat dikategorikan sebagai bahan pengisi non aktif akan menaikkan kekerasan akan menurunkan sifat mekanik lainnya. Sedangkan penambahan serbuk nilon akan menurunkan sifat kepegasan pantul yaitu dari 48,3%, 45,3 %, 42,6 %, 37,3% dan ini mengindikasikan adanya peningkatan sifat peredaman.

Keywords: karet alam, karet bantalan mesin, vulkanisat, kepegasan pantul, sifat peredaman.

1. Pendahuluan

Karet alam termasuk komoditas unggulan agroindustri yang diharapkan pengembangannya akan memberi multiplier effect bagi ekonomi Indonesia. Produksi karet alam terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada 2005 produksi karet alam mencapai 2,3 juta ton dengan pertumbuhan 9,2% dibandingkan dengan 2001 dan menduduki peringkat kedua dunia setelah Thailand. Menurut IRSG, peluang ekspor karet alam akan terus meningkat karena tingginya pertumbuhan industri otomotif dunia sebagai penghela agroindustri ini dan stabilnya harga karet alam dalam kurun waktu 2006-2025 pada US\$2/kg [1]. Karet alam mempunyai beberapa sifat mekanik yang unggul karena ketidak teraturan geometri. Sifat-sifat yg unggul ini menyebabkan karet alam dapat digunakan untuk barang industri dan perekayasaan. Karet alam dapat digunakan untuk barang jadi karet akan tetapi ketidak populeran karet alam dan tingginya kandungan ikatan silang rangkap didalam molekul menyebabkan karet alam tidak tahan terhadap oksidasi, ozonisasi, panas dan mengembang didalam oli.

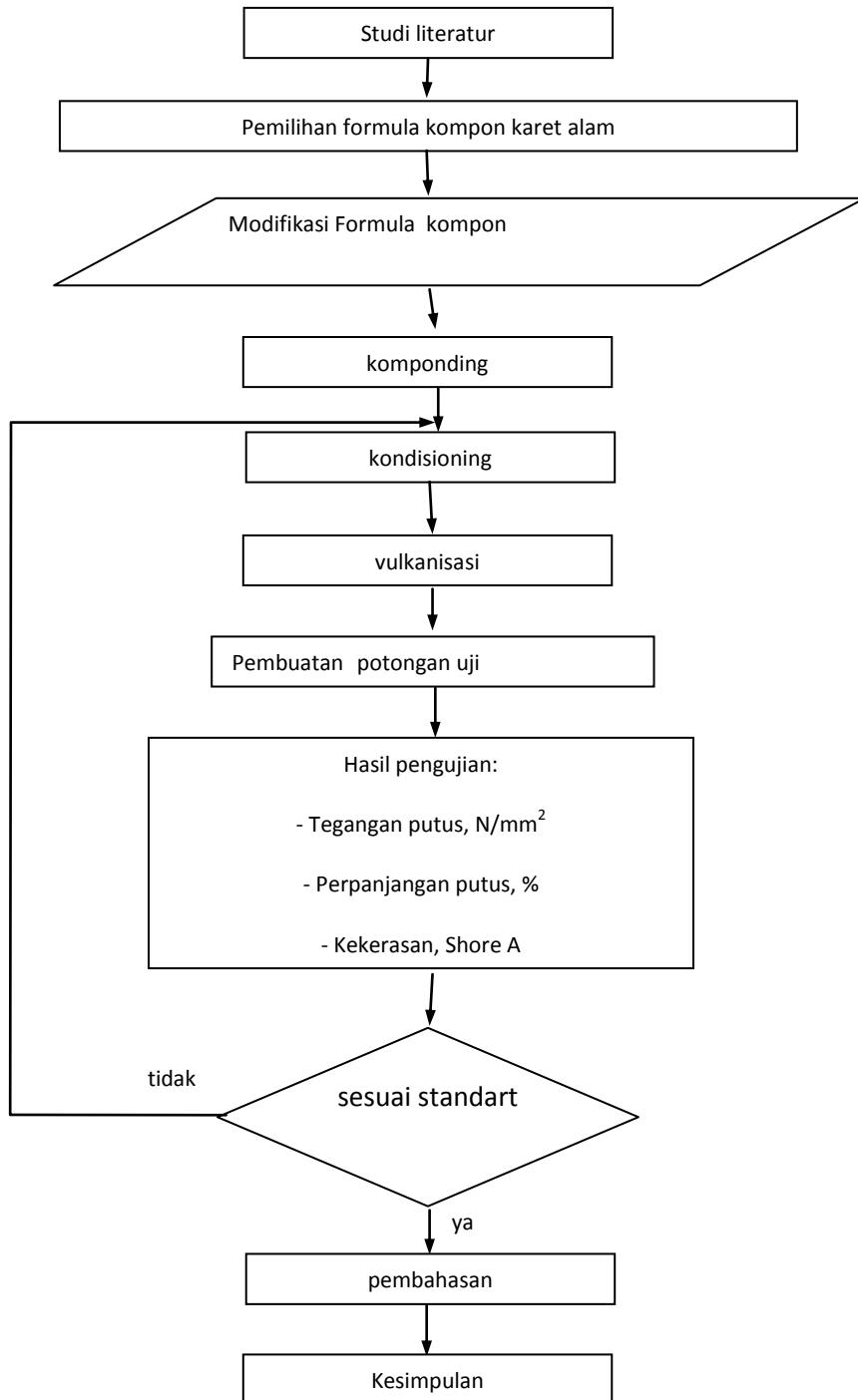
Namun beberapa modifikasi formula kompon karet alam dapat mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada karet alam. Seperti dalam penelitiannya Yoharmus Syamsi, tahun 2003, [2], yang berjudul perbaikan sifat ketahanan minyak karet alam melalui modifikasi dengan senyawa akrilat. Hasil percobaan kopolimerisasi latek DPNR yang dilakukan dengan senyawa turunan akrilat menunjukkan bahwa 43% ikatan silang rangkap dapat membentuk kopolimer cangkok dengan turunan akrilat dengan lama reaksi 6 jam dan suhu 40°C serta jumlah monomer 10 phr. Sifat karet Alam yang sudah dimodifikasi menjadi lebih baik daripada karet alam tanpa modifikasi dan diharapkan dapat menggantikan peran dari karet sintetis NBR. Sedangkan penelitian dari Dadi R. Maspanger, tahun 2008 [3], berjudul penggunaan karet alam sebagai bahan pembuatan bantalan mesin. Melalui modifikasi karet alam dengan karet sintetis EPDM (ethylene propylene diene monomer) dan modifikasi karet alam dengan karet sintetis BIIR (bromobutyl). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karet alam dapat digunakan sebagai karet bantalan mesin yang mengutamakan sifat peredaman dan sifat tahan panas. Jadi bahan karet alam sangat berpotensi untuk dapat mensubstitusi karet sintetis, yang berarti karet alam berpotensi untuk dikembangkan produk karet untuk komponen otomotif non ban (tire)

Sedangkan sisi keunggulan dari karet alam adalah sifat elastis, fleksibel dan sifat peredaman (dumping performance), kuat tarik (tensile strength), perpanjangan putus (elongation at break), ketahanan sobek (tear resistance), unjuk kerja keletihan (fatigue performance). Sifat-sifat ini cocok untuk penggunaan produk bantalan mesin. Salah satu upaya peningkatan sifat peredaman yaitu dengan memodifikasi dengan bahan pengisi tambahan. Nasiri J.A. (2004) mengemukakan bahwa penambahan plastik pada karet dapat meningkatkan impact resistance seperti persyaratan sifat fisik dashboard kendaraan. Juga Nelly Rahman, dkk.tahun 2005 [4] telah melakukan penelitian berjudul : Perakitan proses manufaktur barang jadi karet untuk sarana transportasi. Penelitian telah menghasilkan formula kompon dan proses manufaktur bantalan karet alam untuk docking kapal laut.

Karena itu peluang memodifikasi karet alam sangat diperlukan untuk menghasilkan produk karet yang sesuai dengan karakteristik penggunaan. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi penambahan bahan pengisi berupa serbuk nilon, harapannya akan didapatkan formula kompon karet untuk bantalan mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan formula dengan bahan pengisi tambahan berupa serbuk nilon sehingga meningkatkan sifat peredaman yang sangat dibutuhkan untuk produk bantalan mesin.. Sifat peredaman ini didapat dari hasil uji kepegasan pantul. Ada korelasi antara sifat kepegasan pantul dan sifat peredaman

2. Metodologi

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1. dibawah ini



Gambar 1. diagram alir penelitian

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Formula kompon karet alam yang dipilih untuk karet bantalan mesin seperti pada tabel 1. dibawah ini

Tabel 1. Formula kompon karet alam

No	Bahan2 Karet	Bahan	Variasi kompon (phr)			
			A	B	C	D
1	Karet Alam	RSS	10 0	10 0	100	10 0
2	pemvulkani s	ZnO	5	5	5	5
3	Bahan Penggiat	Asam steara t	2	2	2	2
4	Pelunak	Arom atic oil	1	1	1	1
5	Penggiat	PBN	1	1	1	1
6	Pengisi aktif	HAF Black	70	70	70	60
7	Bahan Pelunak	Parafi x wax	5	5	5	5
8	Pemvulkani s	Sulfur	2,5	2,5	2,5	2,5
9	Bahan Pencepat	MBT	0,6 5	0,6 5	0,65	0,6 5
10	Bahan Pencepat	DPG	0,2 5	0,2 5	0,25	0,2 5
11	Penghambat scorch	PVI	0,2	0,2	0,2	0,2
12	Bahan Pengisi	nilon	-	5	10	15

Pembuatan kompon

Urut-urutan pembuatan kompon sbb.:

1. Mula-mula bahan-bahan seperti tertera pada formulasi ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.
2. kemudian dicampur dan digiling menggunakan alat two roll mill
3. Mula-mula karet alam digiling sampai plastis

4. Lalu penambahan asam stearat, PBN, PVI, Parafin wax, tiap kali penambahan digiling hingga homogen
5. Penambahan HAF Black sedikit demi sedikit sampai homogen
6. Penambahan aromatic oil agar campuran karet lebih lunak sehingga mudah digiling
7. Penambahan DGG dan MBT sambil digiling sampai lunak dan homogen
8. Penambahan HAF Black dan aromatic oil dilakukan bergantian
9. Penambahan sulphur, penggilingan terus menerus sampai homogen
10. Kompon dikeluarkan dari two roll mill, dibungkus plastik
11. Masing-masing kompon dilabeli huruf, kompon A, kompon B dengan 5 phr serbuk nilon, kompon C dengan 10 phr serbuk nilon dan kompon D dengan 15 phr serbuk nilon.
12. Masing-masing variasi kompon disimpan dalam ruangan kondisi dengan temperature $25^0 \pm 2^0\text{C}$ dengan kelembaban udara $65 \pm 5\%$ selama 20-24 jam.

Pada penelitian ini dilakukan 4 kali proses pembuatan kompon, masing-masing kompon A,B,C,D. Urutan pengerjaan dari masing-masing kompon adalah sama kecuali pada saat penambahan serbuk nylon (kompon B, C, D). Penambahan serbuk nilon dilakukan pada saat proses penambahan HAF black dan aromatic oil. Serbuk nilon yang dipakai adalah jenis SUSTAMID 6-6 MD BLACK dengan ukuran 40 mesh.

Untuk mendapatkan waktu vulkanisasi optimum maka digunakan alat uji rheometer. Tebal acuan kompon karet adalah 3 mm, sedangkan untuk kebutuhan vulkanisatnya ialah 16 mm. Untuk itu waktu vulkanisasi optimum ditentukan sendiri berdasarkan pengalaman-pengalaman yang telah dilakukan serta hasil yang didapat berdasarkan acuan sebelumnya. Maka pada penelitian ini vulkanisat didapat berdasarkan acuan data sbb. tebal = 2 mm, $t_{90} = 11$ menit, temperature 150^0C dan tekanan 150 kg/cm^2 . Pada prakteknya biasanya digunakan pendekatan untuk mencari waktu vulkanisasi optimum dengan rumusan sbb.:

$$T_{vulkanisasi} = t_{acuan} + [(tebal \text{ vulkanisat})/tebal \text{ acuan}) - 1]$$

Untuk tebal vulkanisat 16 mm maka waktu optimum vulkanisasi :

$$\begin{aligned} &= 11 + [(16/2) - 1] \\ &= 18 \text{ menit.} \end{aligned}$$

Vulkanisasi dilakukan dengan alat hydrolic press. Alat ini akan memberikan tekanan sebesar 150 kg/cm^2 , selama waktu vulkanisasi optimum (t_{90}) yaitu 18 menit pada ketebalan 16 mm dan panas dikontrol pada temperature 150^0C .

Pengujian sifat mekanik sesuai dengan standard uji SII no. 1449-85, antara lain pengujian tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, pampat tetap, ketahanan sobek. Dan kepegasan pantul dengan menggunakan Lupke Impact Resiliometer.

Hasil pengujian sifat mekanik dibandingkan dengan standard mutu pada komponen karet bantalan mesin kendaraan bermotor menurut SNI 106-1540-1989. dan JIS K 6386-1977, kelas D. Vulcanized Rubber Specially Required of Superior Damping Performance of Vibration.

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Pembuatan kompon, vulkanisasi dan pengujian sifat mekanik dilakukan di laboratorium karet, Balai Besar Kulit Karet Plastik (BBKKP), Jl. Sokonandi Yogyakarta.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dapat ditabelkan pada tabel 2 sbb.:

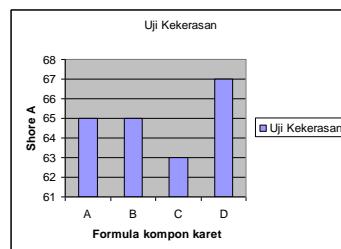
Tabel 2. Hasil uji vulkanisat kompon karet bantalan mesin

No	Macam Pengujian	Hasil Uji Kompon			
		A	B	C	D
1	Tegangan putus N/mm ²	14,2 8	10, 70	7,7 0	8,10
		15,4 1	10, 14	8,0 2	7,66
		14,5 9	10, 10	8,3 1	7,87
2	Perpanjangan putus %	300	280	240	220
		340	300	248	220
		360	300	260	212
3	Kekerasan , Shore A	65	65	63	67
		65	65	63	67
		65	65	63	67
4	Pampatan Tetap, %	20,1 4	24, 61	30, 77	21,5 4
		25,9 0	27, 69	24, 61	24,6 1
		31,6 5	24, 61	18, 46	27,6 9
5	Ketahanan sobek, N/mm	57,2 2	43, 10	30, 61	42,2 5
		33,1 5	38, 41	28, 13	31,7 6
		51,9 8	48, 66	30, 39	30,5 9
6	Kepegasan pantul, %	49	44	43	37
		48	46	42	36
		48	46	43	39

Dari hasil pengujian dengan metode statistik anava dengan taraf nyata $\alpha = 5\%$ dan $\alpha = 1\%$, dari daftar D untuk distribusi F dengan $v_1 = 2$ dan $v_2 = 9$. Kesemua hasil uji menunjukkan bahwa $F_{tabel} < F_{hitung}$, artinya

H_0 (hipotesa nol) ditolak pada taraf $\alpha = 5\%$ dan $\alpha = 1\%$ dan hasil pengujian bersifat signifikan. H_0 ditolak berarti H_1 (hipotesa alternative diterima). Berarti adanya penambahan pada formula kompon karet bantalan mesin dengan bahan pengisi serbuk nilon ada pengaruhnya.

Nilai kekerasan cenderung akan bertambah dengan bertambahnya serbuk nilon. Sedangkan sifat tegangan putus, perpanjangan putus, pampatan tetap dan ketahanan sobek akan menurun dan ini membawa pada pengertian bahwa adanya serbuk nilon ini akan bersifat sebagai bahan pengisi non aktif. Karena adanya serbuk nilon pada formula kompon karet bantalan mesin cenderung naik dan sifat-sifat mekanik lainnya cenderung turun.

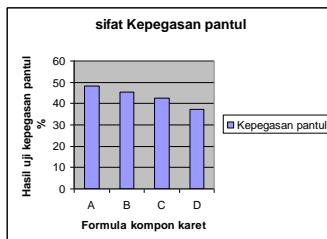


Gambar 2. Grafik pengaruh penambahan serbuk nilon pada formula kompon karet bantalan mesin terhadap uji kekerasan

Jika dilihat pada nilai kekerasan pada kompon C yang terlihat turun, maka ada beberapa kemungkinan penyebab antara lain.

- Pengolahan (komponding) variasi C kurang bagus. Bahan kimia karet belum terdispersi merata pada karet alam, terutama pada komponen kimia karet HAF black, karena jumlahnya banyak sehingga sulit dimasukkan (homogen) dalam penggilingan.
- Karet penggilingan yang berulang-ulang dengan maksud agar karbon aktif dapat dimasukkan maka dari sini dapat menyebabkan pravulkanisasi (vulkanisasi dini), perlu diingat bahwa penggilingan dalam waktu yang lama akan menaikkan temperature roll pada mesin giling.
- Pelepasan potongan uji dari cetakan sangat sulit sehingga harus didorong menggunakan obeng, dari sini dapat menyebabkan permukaan potongan uji rusak.
- Pencampuran bahan-bahan kimia karet serbuk nilon dalam karet alam kurang homogen sehingga dimungkinkan juga bias menyebabkan vulkanisasi setempat. Sehingga pada saat pengujian kekerasan, permukaan potongan uji C memiliki kekerasan yang berbeda.

Dalam penelitian ini ada kecenderungan peningkatan sifat mekanik yaitu kekerasan dan sifat peredaman. Ada korelasi antara sifat kepegasan pantul dengan sifat peredaman. Ada kecenderungan penurunan nilai kepegasan pantul, pada kompon A terlihat nilai kepegasan pantul sebesar 48,3% . Untuk kompon B dengan tambahan serbuk nilon 5 phr nilai kepegasan pantul 45,3% . Untuk kompon C dengan tambahan serbuk nilon 10 phr nilai kepegasan pantul 42,6% . Untuk kompon D dengan tambahan serbuk nilon 15 phr nilai kepegasan pantul 37,3%



Gambar 3. Grafik pengaruh penambahan serbuk nilon pada formula kompon karet bantalan mesin terhadap sifat kepegasan pantul

Mengacu pada standar JIS K 6386-1977, kelas D. Vulcanized Rubber Specially Required of Superior Damping Performance of Vibration, maka terlihat bahwa kepegasan pantul maksimum sebesar 40%. Sehingga adanya bahan pengisi serbuk nilon sebesar 15 phr mempunyai nilai kepegasan pantul sebesar 37,3% telah memenuhi standard JIS untuk persyaratan produk karet bantalan mesin

Tabel 3. Tabel perbandingan hasil penelitian dengan standar SNI dan JIS untuk pemakaian karet bantalan mesin.

Sifat	Kompon				SNI 106- 1540- 1989	JIS K 6386- 1977
	A	B	C	D		
Teg. putus	14, 7	10, 3	8	7, 8	Min 10	-
Perpnj. putus	33 3	29 3	24 9	21 7	Min 250	Min 500
Kekerasan	65	65	63	67	60 ± 5	-
Pamp.te tap	26	25, 6	24 ,6	24 ,6	Min 10	Maks. 50
Kep.pa ntul	48, 3	45, 3	42 ,6	37 ,3	-	Maks. 40

Sedangkan penurunan sifat mekanik selain kekerasan dan kepegasan pantul ini diperkirakan disebabkan karena

- Bahan pelunak (aromatic Oil) dan HAF black. Penambahan bahan pengisi aktif maupun nonaktif dan bahan pelunak secara bersamaan akan menghasilkan sifat kekerasan yang konstan. Perbandingan bahan pelunak dan bahan pengisi pada formula kompon karet bantalan mesin ini yaitu 70 phr dan 3 phr, menyebabkan vulkanisatnya menjadi keras, sehingga tegangan putus , perpanjangan putus menurun.
- Serbuk nilon . Adanya serbuk nilon dalam karet diperkirakan akan menghalangi ikatan silang (reaksi kimia) antar lapisan kompon. Ukuran partikel serbuk nilon dikatakan lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel bahan-bahan kimia yang tercampur dalam karet.

Dari potongan uji atau dumbel (dayung untuk uji tegangan putus sdn perpanjangan putus dan bentuk V untuk uji ketahanan putus) menyebabkan

- Kurangnya rekatnya serbuk nilon dalam ikatan silang struktur karet, sehingga pada tepi potongan uji bila sedikit diguncang serbuk nilon mudah sekali rontok
- Adanya celah dan rongga pada tepi potongan uji akibat rontokan serbuk nilon.
- Ukuran partikel serbuk nilon kurang lembut, disini serbuk nilon lebih mirip disebut serpihan nilon.

Penentuan sifat mekanik dari vulkanisat ditentukan oleh proses vulkanisasi. Penentuan waktu matang optimum vulkanisasi karet menjadi peran penting terhadap produk jadi karet. Tidak adanya uji rheometer untuk menentukan waktu matang optimum suatu kompon pada penelitian ini akan menyebabkan hasil sifat mekanik formula modifikasi.

Dari hasil asumsi diatas mengenai sifat mekanik, ternyata ada suatu peningkatan sifat mekanik serta sifat yang cenderung konstan (tetap) terhadap kenaikan phr serbuk nilon dalam formula kompon karet. Diantaranya sifat peredaman dan sifat yang cenderung tidak berubah bisa disebabkan oleh sifat dasar bahan utama karet alam yang elastis dan fleksibel. Pengaruh karet alam ini masih memegang peranan penting pada vulkanisat modifikasi.

4. Kesimpulan

Dari penelitian dapat diambil kesimpulan antara lain

1. Hasil uji anava menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan serbuk nilon dalam formula kompon karet alam.
2. Serbuk nilon cenderung dikategorikan sebagai bahan pengisi non aktif.
3. Hasil uji kepegasan pantul terlihat adanya hasil yang menurun dan ini mengindikasikan adanya peningkatan sifat peredaman pada kompon karet bantalan mesin. Hasil uji kepegasan pantul kompon D sebesar 37,3 telah memenuhi standar JIS untuk kategori karet bantalan mesin.

5. Daftar Pustaka

1. Alim Setiawan S.; Analisa Ekonomi, Prospek agroindustri, 2008, www.unisosdem.org.
2. Yoharmus Syamsi, Perbaikan sifat ketahanan minyak karet alam melalui modifikasi dengan senyawa akrilat, laporan akhir, BPTK, Bogor. 2003.
3. Maspanger D. R.; Penggunaan Karet Alam Sebagai Bahan Pembuatan Bantalan Mesin, Jurnal Teknik Mesin, Volume 8, Nomor 1 , Bulan Januari, Jurusan Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya, 2008 hal. 1-8.
4. Nelly Rahman, dkk., Perakitan proses manufaktur barang jadi karet untuk sarana trasportasi, Laporan Akhir, BPTK Bogor 2005.

5. SNI. 06-1540-1989, Karet untuk bantalan mesin kendaraan bermotor.
6. Kiroh H. Ferdian, Pengaruh penambahan serbuk nilon pada formula karet alam terhadap sifat kekerasan dan kepegasan pantul, ITS, Surabaya, 2005
7. Ardiansyah B. Setya , Pengaruh penambahan serbuk nilon pada formula karet alam terhadap sifat kekerasan dan pampatan tetap, ITS, Surabaya, 2005
8. Proyek pengembangan da pelayanan teknologi Industri Kulit Karet dan Plastik laporan penerapan pembuatan karet bantalan mesin kendaraan bermotor yang memenuhi SNI, BBKKP, Yogyakarta, 1997
9. Kusnata, Pengujian fiska pada karet, BPTK, Bogor.1976.