

***Apron making of ring spinning machine using rubber based silica filler RSS and NBR***

**Pembuatan apron mesin ring spinning menggunakan bahan pengisi silika berbasis karet RSS dan NBR**

**Luftinor**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang, Indonesia  
E-mail:[luftinor@gmail.com](mailto:luftinor@gmail.com)

**Abstract:** Research on making ring spinning machine aprons has been carried out using natural rubber RSS (Ribbed Smoked Sheet) and synthetic rubber NBR (Nitrile Butadiene Rubber) as raw materials, silica as a filler and other chemicals, namely parafinic oil, ZnO, stearate, acids, TMTD, DPG, cumaron resins, TMQ, titanium, color pigments and sulfur. The aim of this research was to obtain the best rubber compound formula in making ring spinning machine aprons by varying the amount of raw material for natural rubber, RSS and synthetic NBR 100 phr and 70 phr and silica filler material 80 phr, 70 phr and 60 phr, in order to obtain 6 kinds of rubber compound. The six kinds of rubber compounds were vulcanized and then carried out physical tests in the form of hardness, breaking stress, elongation at break, tensile stress, tear resistance and abrasion resistance. The best results and meet the quality standards of the apron on the market are obtained from rubber compounds using natural rubber RSS 70 phr and synthetic rubber NBR 30 phr, silica filler 80 phr with a hardness value of 84 shore A, breaking stress 174 kg/cm<sup>2</sup>, adding at breaking 420%, tensile stress 143 kg/cm<sup>2</sup>, tear resistance 141 kg/cm<sup>2</sup>, abrasion resistance 210 DIN, mm<sup>3</sup>.

**Keywords:** apron; ring spinning; RSS; rubber compound

**Abstrak:** Penelitian pembuatan apron mesin ring spinning telah dilakukan dengan menggunakan karet alam RSS (Ribbed Smoked Sheet) dan karet sintetis NBR (Nitrile Butadiene Rubber) sebagai bahan baku, silika sebagai bahan pengisi dan bahan-bahan kimia lain yaitu parafinic oil, ZnO, stearat acid, TMTD, DPG, cumaron resin, TMQ, titanium, pigmen warna dan sulphur. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan formula kompon karet terbaik pada pembuatan apron mesin ring spinning dengan memvariasikan jumlah bahan baku karet alam RSS dan sintetis NBR 100 phr dan 70 phr serta bahan pengisi silika 80 phr, 70 phr dan 60 phr, sehingga diperoleh 6 macam kompon karet. Keenam macam kompon karet tersebut divulkanisasi selanjutnya dilakukan uji fisika berupa kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, tegangan tarik, ketahanan sobek dan ketahanan kikis. Hasil terbaik dan memenuhi standard mutu apron yang ada dipasaran diperoleh pada kompon karet menggunakan karet alam RSS 70 phr dan karet sintetis NBR 30 phr, bahan pengisi silika 80 phr dengan nilai kekerasan 84 shore A, tegangan putus 174 kg/cm<sup>2</sup>, perpanjangan putus 420%, tegangan tarik 143 kg/cm<sup>2</sup>, ketahanan sobek 141 kg/cm<sup>2</sup>, ketahanan kikis 210 DIN, mm<sup>3</sup>.

**Kata kunci :** apron; ring spinning; RSS; kompon karet

**PENDAHULUAN**

Apron merupakan salah satu komponen karet yang terdapat pada bagian peregangan mesin pemintalan benang ring spinning, berfungsi untuk mengantarkan serat kepasangan roll depan sekaligus sebagai pengontrol serat-serat pendek agar tidak mengambang (*floating fiber*) selama proses peregangan berlangsung, pengaruh kondisi apron terhadap mutu benang cukup besar (Pawitro et al., 2008). Apron yang

digunakan pada mesin *ring spinning* harus cukup kuat agar dapat menahan tekanan/pembebanan yang dilakukan pada proses peregangan sehingga bahan yang diproses tidak slip/tergelincir (Porn, 2011).

*Apron* umumnya dibuat dari karet sintetis *NBR* (*Nitrile Butadiene Rubber*). Karet sintetis mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya mudah pecah dan mempunyai sifat elektrostatik yang tinggi, sedangkan karet alam mempunyai beberapa keunggulan antara lain ketahanan kikis, ketahanan sobek dan tegangan putus yang baik (Haris, 2010). Dalam penelitian ini telah digunakan karet alam *RSS* (*Ribbed Smoked Sheet*) sebagai bahan baku pada pembuatan *apron* mesin *ring spinning*.

Dalam pembuatan kompon untuk *apron* mesin *ring spinning* selain bahan baku karet dan bahan pengisi, ditambahkan beberapa jenis bahan kimia dengan tujuan untuk mendapatkan kompon dengan sifat-sifat yang dikehendaki (Blow, 2011). Bahan-bahan kimia yang dimaksud antara lain adalah seng oksida (*ZnO*) dan asam stearat yang merupakan bahan penggiat dan berfungsi untuk menggiatkan kecepatan reaksi vulkanisasi.

Proses vulkanisasi dapat dipercepat dengan menggunakan satu atau kombinasi dari dua atau lebih jenis bahan kimia antara lain *DPG* dan *TMTD* (Sereda et al., 2014). Dalam kompon karet perlu ditambahkan pula bahan anti oksidan seperti *TMQ*, berguna melindungi barang karet dari kerusakan yang disebabkan oleh oksigen di udara (Honggokusumo, 2012).

Penambahan minyak mineral dan *cumarone resin* sebagai bahan pelunak dalam proses pembuatan kompon akan memudahkan pencampuran bahan pengisi ke dalam kompon karet, mempersingkat waktu dan menurunkan suhu pencampuran (Sayekti dan Sunaryo, 2010).

Sulphur (belerang) adalah bahan pemvulkanisasi yang paling banyak digunakan, pada proses vulkanisasi, kompon karet menjadi matang dimana sifat-sifat karet berubah yang semula lembek dan plastis menjadi barang karet yang kuat dan elastis (Arizal, 2014).

Pada penelitian ini telah dicoba membuat *apron* mesin *ring spinning* dengan menggunakan karet alam *RSS* dan karet sintetis *NBR* sebagai bahan baku, silika sebagai bahan pengisi dan seng oksida (*ZnO*), asam stearat, *DPG*, *TMTD*, *TMQ*, *cumarone resin*, *parafinic oil*, *titanium*, pigmen warna dan sulphur sebagai bahan kimia.

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan formula kompon karet yang tepat dalam pembuatan *apron* mesin *ring spinning* dengan menggunakan karet alam jenis *RSS* dan karet sintetik *NBR* sebagai bahan baku dan silika sebagai bahan pengisi.

## METODE

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan terdiri dari mesin giling dua roll (*open mill*), cetakan (*Matress*), alat press, neraca analitis dan peralatan pengujian, sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari bahan baku karet alam (*RSS*) dan karet sintetik (*NBR*) serta bahan pembantu terdiri dari silika, *ZnO*, *parafinic oil*, asam stearat, *DPG*, *TMTD*, *TMQ*, *cumarone resin*, *titanium*, pigmen warna dan sulphur.

### Metodologi

Dalam penelitian dilakukan percobaan pembuatan 6 (enam) formula kompon *apron* dengan memvariasikan penggunaan karet alam jenis *RSS* dan karet sintetis jenis *NBR* sebagai bahan baku serta silika sebagai bahan pengisi, seperti dapat dilihat pada Tabel 1 dan diagram alir proses Gambar 1.

### Penimbangan

Bahan baku, bahan pengisi dan bahan kimia masing-masing ditimbang sesuai dengan formula kompon yang telah ditetapkan, jumlah dari setiap bahan dalam formula kompon dinyatakan dalam *phr* (berat per seratus karet).

### Pencampuran

Proses pembuatan kompon dilakukan dengan mesin gilingan terbuka (*open mill*). Karet *RSS* dan *NBR* sesuai formula terlebih dahulu digiling sampai plastis (mastikasi) selama kurang lebih 1 3 menit, Selanjutnya ditambahkan bahan penggiat (*activator*) *ZnO*, asam stearat dan anti oksidan *TMQ* secara perlahan-lahan hingga homogen. Kemudian bahan pengisi silika dan bahan pelunak *cumarone resin* dimasukkan dan digiling sampai homogen. Bahan pencepat *TMTD*, *titanium*, pigmen warna dan terakhir bahan pemvulkanisasi sulfur dioleskan pada permukaan kompon hingga merata. Selanjutnya kompon dibungkus plastik, disimpan dalam ruangan kondisi semalam untuk diperam.

### Pencetakan Kompon

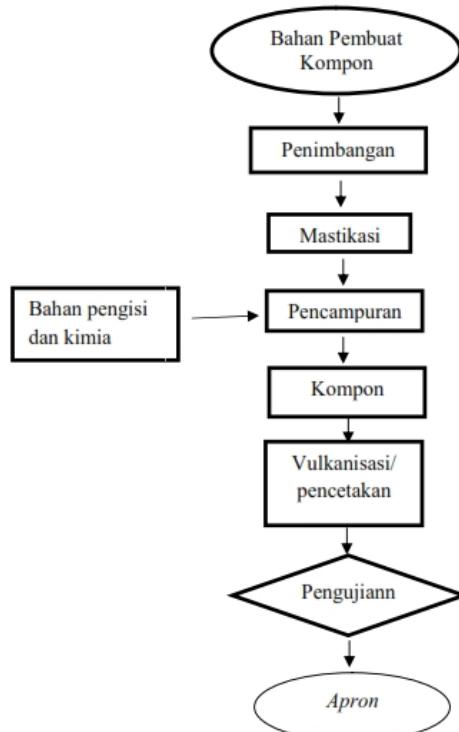
Lembaran kompon disiapkan dengan ukuran tebal 3 mm, panjang 43 cm dan lebar 23cm, cetakan dibersihkan dan diolesi dengan *Silicon* agar karet tidak lengket pada cetakan dan masukkan kompon kedalam cetakan. Alat press dipanaskan, cetakan yang telah berisi kompon dimasukkan dan dilakukan pengepresan pada temperatur 150 °C, tekanan 150 kg/cm<sup>2</sup> dan waktu kurang lebih 10 menit. Setelah matang kompon ditinggikan, cetakan dibuka selanjutnya kompon *apron* dibersihkan dan dirapikan.

### Pengujian

Terhadap kompon *apron* yang telah di vulkanisasi dilakukan pengujian sifat fisika meliputi, kekerasan, shore A (ASTM D 2240), tegangan putus, kg/cm<sup>2</sup>(ASTM D 412), perpanjangan putus, % (ASTM D 412), tegangan tarik 300 %, kg/cm<sup>2</sup> (ASTM D412), Ketahanan sobek, kg/cm<sup>2</sup>,(ASTM D 624) dan Ketahanan kikis, DIN, mm<sup>3</sup>, (ASTM D 5963).

**Tabel 1.**  
**Formula Pembuatan kompon Apron**

Bahan	Formula					
	I phr	II phr	III phr	IV phr	V phr	VI phr
Karet alam <i>RSS</i>	100	100	100	70	70	70
Karet sintetik <i>NBR</i>	0	0	0	30	30	30
Silika	80	70	60	80	70	60
<i>Parafinic oil</i>	5	5	5	5	5	5
<i>ZnO</i>	5	5	5	5	5	5
<i>Stearat acid</i>	2	2	2	2	2	2
<i>TMTD</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>DPG</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Coumaron resin</i>	5	5	5	5	5	5
<i>TMQ</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Titanium</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Pigmen warna	2	2	2	2	2	2
Sulphur	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5



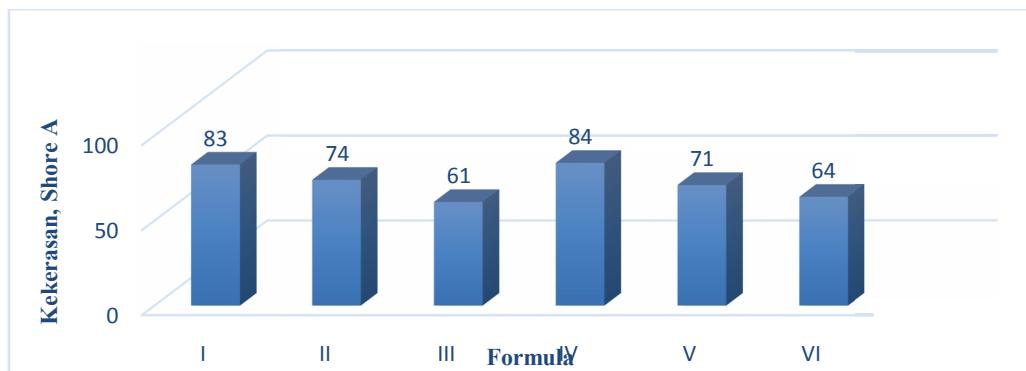
Gambar 1. Alir proses pembuatan *apron*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui besarnya kekerasan vulkanisat karet dengan kekuatan penekanan tertentu (Sayekti dan Sunaryo, 2010). Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap kekerasan cenderung meningkat dengan bertambahnya penggunaan bahan pengisi silika dan karet sintetis *NBR* pada proses pembuatan *apron* seperti terlihat pada histogram Gambar 2.

Kekerasan kompon karet dipengaruhi oleh adanya jumlah optimum dari penambahan bahan pengisi penguat yang akan meningkatkan kekerasan barang jadi karet, dimana efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan, bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebaran (Hari, 2014). Sedangkan menurut Rahmani, (2013) karet alam cenderung menurunkan nilai kekerasan barang jadi karet. Hal ini disebabkan karet alam bersifat lentur dan mempunyai friksi yang baik pada suhu normal, sehingga pemakaian karet alam akan membuat kompon karet menjadi lunak.



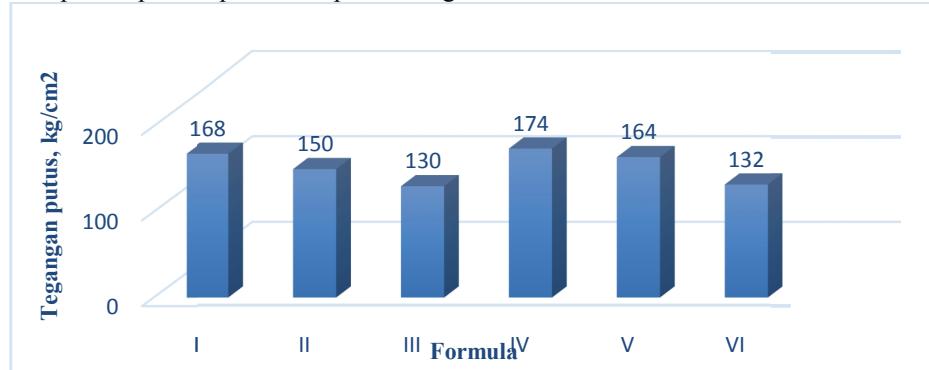
Gambar 2. Hasil uji kekerasan kompon *apron* beberapa formula

Nilai kekerasan maksimum 84 *Shore A* diperoleh pada kompon karet formula IV menggunakan karet *RSS 70 phr* karet sintetis *NBR 30 phr* dan bahan pengisi silika 80 *phr*, nilai kekerasan minimum 61 *Shore A* diperoleh pada kompon karet formula III menggunakan karet alam *RSS 100 phr* bahan pengisi silika 60 *phr*. Nilai kekerasan yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I dan IV memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu 83 *Shore A*.

### Tegangan Putus

Tegangan putus merupakan besar beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai putus, dinyatakan dengan kg tiap cm<sup>2</sup> luas penampang potongan uji sebelum diregangkan, jika nilai tegangan putus semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Syamsul dan Tri, 2013). Penambahan bahan pengisi aktif dalam pembuatan kompon karet akan meningkatkan tegangan putus pada barang jadi karetnya (Buana, 2004).

Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap tegangan putus cenderung meningkat dengan bertambahnya jumlah penggunaan bahan pengisi silika dan bertambahnya jumlah karet sintetis *NBR* pada proses pembuatan *apron* seperti dapat dilihat pada histogram Gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji tegangan putus kompon *apron* beberapa formula

Karet sintetis *NBR* mengandung *acrylonitrile* yang berfungsi mempertahankan molekul karet tidak terputus selama proses mastikasi sehingga nilai tegangan putusnya tinggi (Arizal, 2014). Nilai tegangan putus maksimum  $174\text{kg/cm}^2$  diperoleh pada kompon karet formula IV menggunakan karet alam *RSS 70 phr* karet sintetis *NBR 30 phr* dan bahan pengisi silika  $80\text{ phr}$ . Nilai tegangan putus minimum  $130\text{kg/cm}^2$  diperoleh pada kompon karet formula III menggunakan karet alam *RSS 100 phr* bahan pengisi silika  $60\text{ phr}$ . Nilai tegangan putus yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I, II, IV dan V memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu  $134\text{ kg/cm}^2$ .

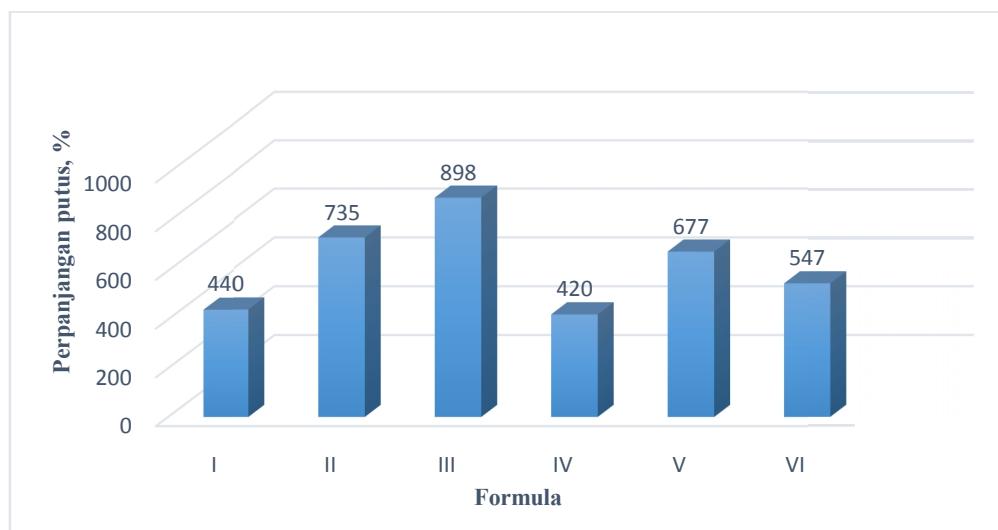
### Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus merupakan pertambahan panjang suatu vulkanisat karet bila diregangkan sampai putus dinyatakan dalam % dan merupakan salah satu sifat fisika barang jadi karet untuk mengetahui sifat elastisitasnya (Cahyo, et al., 2013). Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap perpanjangan putus cenderung menurun dengan bertambahnya jumlah penggunaan bahan pengisi silika dan penggunaan karet *NBR* dalam proses pembuatan *apron*, seperti dapat dilihat pada histogram Gambar 4.

Menurut Vichitcholchai, et al (2012), semakin besar penambahan karet alam, maka akan menaikkan sifat perpanjangan putus kompon karet dan barang jadi karet akan semakin elastis. Selain itu nilai perpanjangan putus dipengaruhi oleh penambahan bahan pengisi aktif yang digunakan, semakin besar bahan pengisi yang ditambahkan semakin rendah nilai perpanjangan putus.

Nilai perpanjangan putus maksimum 898% diperoleh pada kompon karet formula III menggunakan karet *RSS 100 phr* dan bahan pengisi silika  $60\text{phr}$ . Nilai perpanjangan putus minimum 420% diperoleh pada kompon karet formula IV menggunakan karet *RSS 70 phr*, *NBR 30 phr* dan bahan pengisi silika  $80\text{ phr}$ .

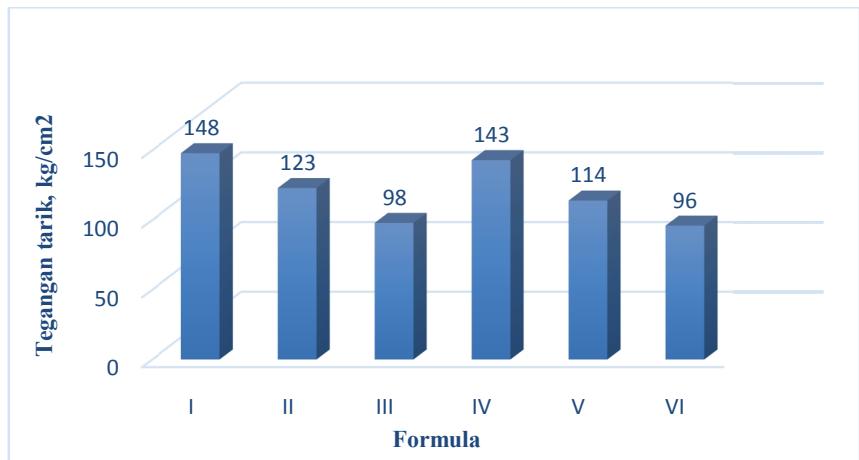
Nilai perpanjangan putus yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I sampai dengan formula VI, keseluruhan memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu 200 %.



Gambar 4. Hasil uji perpanjangan putus kompon *apron* beberapa formula

### Tegangan Tarik

Tegangan tarik/modulus adalah besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan potongan uji sampai perpanjangan 300%, dinyatakan dengan kg tiap  $\text{cm}^2$  luas penampang potongan uji sebelum diregangkan. Nilai modulus semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin elastis (Maspanger, 2005).

Gambar 5. Hasil uji tegangan tarik kompon *apron* beberapa formula

Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap tegangan tarik cenderung meningkat dengan bertambahnya jumlah penggunaan bahan pengisi silika dan karet *RSS* seperti dapat dilihat pada histogram Gambar 5. Menurut Abednego (2009), bahan pengisi penguat seperti silika pada penambahan optimum akan meningkatkan tegangan tarik/modulus. Untuk memperoleh penguatan yang optimum, maka butir-butir bahan pengisi penguat harus tersebar baik dan merata dalam kompon karet.

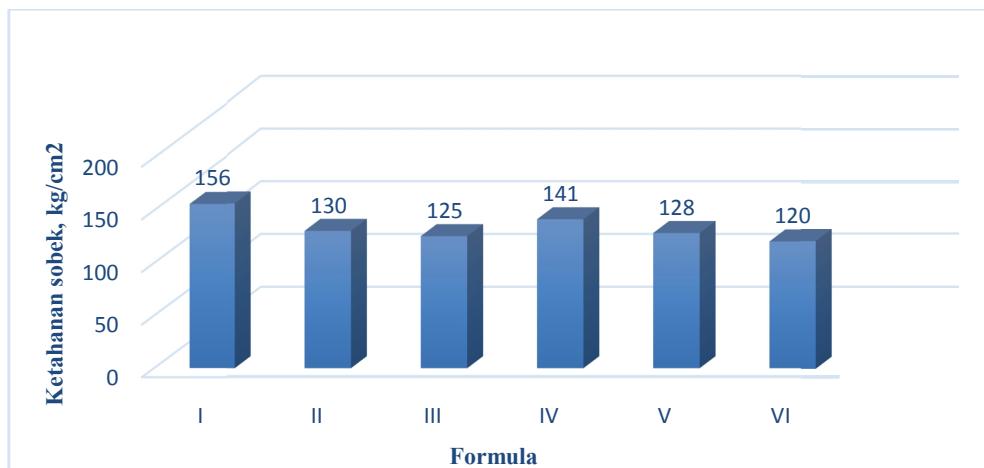
Nilai tegangan tarik maksimum 148 kg/cm<sup>2</sup> diperoleh pada kompon karet formula I menggunakan karet *RSS* 100 phr dan bahan pengisi silika 80 phr. Nilai tegangan tarik minimum 96 kg/cm<sup>2</sup> diperoleh pada kompon karet formula VI menggunakan *RSS* 70 phr *NBR* 30 phr dan bahan pengisi silika 60 phr. Nilai tegangan tarik yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I, II dan IV memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu 120 kg/cm<sup>2</sup>.

### Ketahanan Sobek

Ketahanan sobek adalah beban yang diperlukan untuk menarik sampai putus suatu potongan uji yang telah dilubangi memakai pons ditengah-tengah potongan uji sepanjang 5 mm tegak lurus pada arah tarik dan ditarik sampai putus (Nuyah, 2012). Nilai ketahanan sobek cenderung meningkat dengan peningkatan jumlah bahan pengisi dalam kompon karet (Thomas, 2005).

Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap ketahanan sobek cenderung menurun dengan bertambahnya jumlah penggunaan karet *NBR* dan meningkat dengan bertambahnya penggunaan bahan pengisi silika dalam proses pembuatan *apron* seperti dapat dilihat pada histogram Gambar 6.

Nilai ketahanan sobek maksimum 156 kg/cm<sup>2</sup> diperoleh pada kompon karet formula I menggunakan karet *RSS* 100 phr dan bahan pengisi silika 80 phr, nilai ketahanan sobek minimum 120 kg/cm<sup>2</sup> diperoleh pada kompon karet formula VI menggunakan karet alam *RSS* 70 phr sintetis *NBR* 30 phr dan bahan pengisi silika 60 phr.

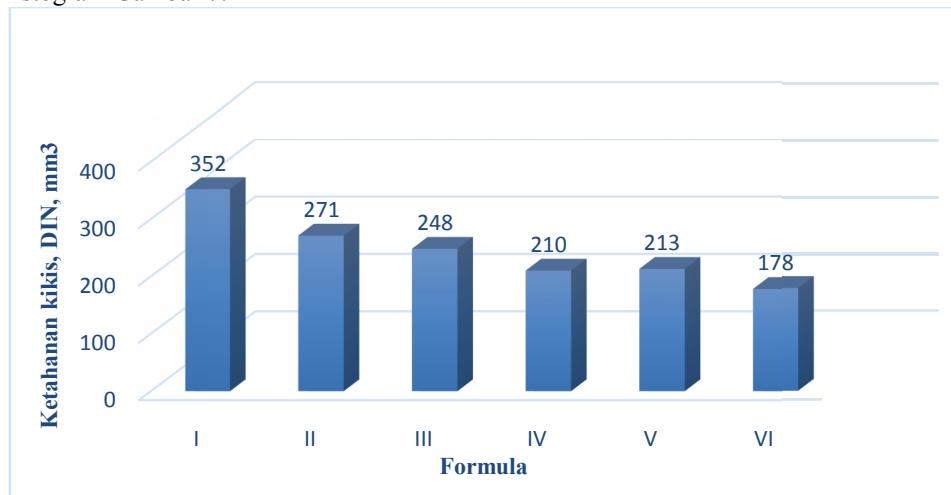
Gambar 6. Hasil uji ketahanan sobek kompon *apron* beberapa formula

Nilai ketahanan sobek yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I sampai dengan formula VI, keseluruhan memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu  $119 \text{ kg/cm}^2$ .

### Ketahanan Kikis

Pengujian ketahanan kikis bertujuan untuk mengetahui ketahanan kikis dari vulkanisat karet yang digesekkan pada sebuah amplas kikis dengan mutu tertentu, tekanan dan area tertentu (Basseri, 2005). Kemampuan karet untuk bertahan terhadap gesekan dengan benda lain pada pemakaiannya disebut ketahanan kikis. Nilai ketahanan kikis kompon karet yang semakin besar menunjukkan bahwa kompon karet semakin tahan terhadap kikisan.

Hasil pengujian sifat fisika *apron* terhadap ketahanan kikis cenderung meningkat dengan bertambahnya jumlah penggunaan karet RSS dan bahan pengisi silika dalam proses pembuatan *apron* seperti dapat dilihat histogram Gambar 7.



Gambar 7. Hasil uji ketahanan kikis kompon *apron* beberapa formula

Menurut Herminiati dan Arum (2010), karet alam mempunyai sifat ketahanan kikis yang baik sekali, sedangkan menurut Nuyah (2012), penambahan bahan pengisi dalam pembuatan kompon karet akan meningkatkan ketahanan kikis vulkanisat.

Ketahanan kikis maksimum 352 DIN, mm<sup>3</sup> diperoleh pada kompon karet formula I menggunakan karet RSS 100 phr dan bahan pengisi silika 80 phr, nilai ketahanan kikis minimum 178 DIN, mm<sup>3</sup> diperoleh pada kompon karet formula VI menggunakan karet RSS 70 phr, NBR 30phr dan bahan pengisi silika 60 phr. Nilai ketahanan kikis yang diperoleh dari hasil percobaan kompon karet formula I sampai dengan formula VI, keseluruhan memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran yaitu 84 DIN, mm<sup>3</sup>.

### SIMPULAN

Karet alam RSS dan karet sintetis NBR dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan *apron* mesin *ring spinning*, penambahan karet alam RSS dapat meningkatkan sifat fisika *Apron* seperti tegangan tarik, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis, tetapi dapat menurunkan kekerasan dan tegangan putus. Penambahan bahan pengisi silika dapat meningkatkan sifat fisika *apron* seperti kekerasan, tegangan putus, tegangan tarik, ketahanan sobek, dan ketahanan kikis, tetapi menurunkan nilai perpanjangan putus. Formula terbaik dan memenuhi persyaratan mutu produk *apron* yang ada di pasaran diperoleh pada kompon karet formula IV, menggunakan bahan baku karet alam RSS 70 phr karet sintetis NBR 30 phr dan bahan pengisi silika 80 phr.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Baristand Industri Palembang dan Kepala Baristand Industri Padang atas keikutsertaan dan terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional I Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang Tahun 2020.

**REFERENSI**

- Abednego, JG., 2009. Bahan kimia penyusun kompon, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Arizal, R., 2014. Pengetahuan dasar elastomer, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Basseri, A., 2005. Teori dan praktek barang jadi karet, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Blow, CM., 2011. Rubber technologi and manufatur, Second edition, London, Butterwoth scientifics.
- Buana, KS., 2004, Proses mastikasi dan pencampuran, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Cahyo, AP., Agus, W., Rindid, P., 2013. Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap karakteristik kompon sol karet cetak berbahan pengisi arang cangkang sawit, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 24, 31-38.
- Hari, AP., 2014. Kompon karet grip handle dengan bahan pengisi abu sekam padi, Prosiding diseminasi hasil litbang Industri, Baristand Industri Palembang, 57-63.
- Haris, U., 2010. Karet Alam Havea dan Industri pengolahannya, Teknologi Barang Jadi karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Herminiawati, Arum, Y., 2010. Penggunaan precipitated calcium carbonate (PCC) sebagai filler untuk sol karet sepatu olahraga, Majalah Kulit Karet dan Plastik, 26, 25-32.
- Honggokusumo, S., 2012. Desain kompon, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Maspanger, DR., 2005. Sifat fisik karet, Teknologi Barang Jadi Karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Nuyah, 2012, Penggunaan arang cangkang sawit sebagai bahan pengisi kompon selang karet, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 23, 46-51.
- Sumarno, Hartono., 2008. Teknologi Pemintalan, Bandung, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil.
- Porn, PK., 2011. Latest in cots and aprons, Journal of Textile Association, 88, 1680-1692.
- Rahmaniar, 2013. Minyak biji ketapang sebagai bahan pelunak dalam pembuatan kompon karet, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 24, 47-54.
- Sayekti, T., Sunaryo, L., 2010. Teknologi Pembuatan Barang Karet, Yogyakarta, Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik.
- Sereda, L., Marlopez, GL., Leila, L., 2014, Influence of silica and black rice husk ash filler on the diffusivity and solubility of gases silicon rubbers, Polymer 44, 3085-3093.
- Syamsul, B., Tri, S., 2013 Pengaruh nitril butadiena rubber terhadap mutu bantalan mesin, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, 24, 1-6.
- Thomas, J., 2005. Pengujian sifat fisika barang jadi karet, Bogor, Balai Penelitian Teknologi Karet.
- Vichitcholchai, N., Narong, N., Noisuwan, W., 2012. Using rice hush ash as filler in rubber industry, Rubber Thai Journal 21, 48-55.