

PENGARUH ADHESION RESIN TERHADAP PERFORMANCE RUBBER COMPOUND UNTUK STEEL BELT PADA PROSES PEMBUATAN TIRE

Aod Abdul Jawad, Agus Nurrokhman

dosen02273@unpam.ac.id , dosen02221@unpam.ac.id

Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Pamulang

ABSTRAK

Perusahaan-perusahaan otomotif sudah barang tentu terus membuat inovasi dan terobosan baru agar produknya bisa diterima oleh konsumen, begitu juga komponen-komponen pendukungnya. Salah satu komponen tersebut yang tidak kalah pentingnya adalah tire atau ban. Tire merupakan suatu komponen yang langsung berhubungan dengan nyawa seorang pengendara atau penumpangnya, jika performance tire buruk maka fatal akibatnya. Tire terdiri dari beberapa komponen penyusun, mulai dari telapak, sidewall sampai steel belt yang memberikan kekuatan, handling, serta rolling resistance pada tire. Komponen steel belt ini terdiri dari rubber compound dan raw material steel. Steel tersebut dilapisi oleh compound. Adhesion merupakan salah nilai yang penting dalam proses pelapisan tersebut. Nilai adhesion menunjukkan bahwa seberapa besar gaya rekat steel terhadap karet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh resin resorcinol dan resin phenol terhadap performance rubber untuk pelapisan steel pada proses pembuatan tire. Resin phenol ini merupakan jenis resin yang baru dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan resin resorcinol. Target yang diharapkan dalam penelitian ini adalah penggunaan phenolic resin pada rubber compound steel sama atau lebih baik performance dibandingkan dengan resin resorcinol. Hasil pengujian untuk sifat fisik (physical properties) untuk kedua compound tersebut menunjukkan hasil yang sebanding, hanya nilai kekuatan/hardness yang terdapat gap sebesar 5 point tapi masih masuk kedalam standar. Begitupun dengan hasil pengujian processing properties menunjukkan hasil yang sebanding, nilai viskositas untuk compound resin baru memiliki nilai yang lebih lunak dan ini dapat mempermudah saat proses calendaring berikutnya. Nilai adhesi pada kedua compound test dan kontrol juga menunjukkan hasil yang sebanding yaitu 627.08 kg untuk compound dan 635.49 kg untuk compound kontrol dengan satandar minimal untuk adhesi ban adalah 35 kg.

Kata Kunci : Compound, Adhesion, Resorcinol, Resin phenol

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri *tire* dalam negeri semakin meningkat seiring dengan minat atau keinginan masyarakat terhadap dunia otomotif yang dirasa bukan lagi menjadi kebutuhan tersier melainkan sudah perlahan menuju kearah kebutuhan primer. Menurut data Kementerian Perindustrian, saat ini terdapat sekitar 13 produsen *tire* (ban) yang ada di Indonesia yang siap untuk memproduksi berbagai macam jenis *tire* untuk pasar domestik maupun pasar internasional dengan berbagai varian type dan ukurannya. Menurut menteri Perindustrian, Muhammad S Hidayat bahwa perkembangan

industri *tire* kian prospektif, bahkan menjadi salah satu unggulan dalam pengembangan industri barang-barang karet nasional dengan pemanfaatan potensi karet alam yang ada di Indonesia. Lebih lanjut, Menperin mengatakan saat ini kemampuan produksi ban untuk kendaraan roda empat atau lebih mencapai 75 juta *tire* per tahun, sedangkan untuk ban sepeda motor sekitar 55 juta *tire* per tahun.

Kebutuhan kendaraan bermotor saat ini sudah menjadi kebutuhan yang mengharuskan karena tingkat mobilitas dan aktivitas yang tinggi menuntut masyarakat selalu berpindah dari satu tempat ketempat lain. Banyaknya aktivitas di tempat yang berbeda menuntut kita

untuk datang tepat waktu, sehingga sarana transportasi telah diciptakan untuk mengatasi masalah tersebut. Saat ini terdapat cukup banyak sarana transportasi yang dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan akan kemudahan bergerak. Misalnya mobil, sepeda motor, kereta api, bus dan lain-lain yang diperdagangkan secara bebas dengan kisaran harga yang berbeda dengan tingkat kenyamanan yang berbeda pula.

Mobil, kendaraan bermotor, bus dan kendaraan lain tidak lepas dari peran penting komponen-komponen yang memegang peranan penting di setiap bagiannya. Dalam dokumen ini akan dibahas salah satu komponen penting tersebut yaitu komponen yang dapat mengangkut alat transportasi sehingga dapat berfungsi. Komponen ini adalah ban, ban adalah komponen yang benar-benar bulat dengan bahan bakunya dari karet, bahan baku dari karet tersebut yang nantinya akan disebut dengan ban (*tire*)

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk melihat bagaimana pengaruh resin adhesi yang baru dengan struktur yang berbeda terhadap performance karet atau compound dan juga nilai dari adhesiannya.
2. Untuk menemukan solusi untuk menentukan formulasi dari pencampuran karet dengan resin adhesi agar bisa didapatkan nilai adhesi yang lebih tinggi dari yang sekarang atau dari campuran reguler.

II. DASAR TEORI

A. Sejarah Pembentukan Ban

Ban merupakan bagian penting dari kendaraan darat yang digunakan untuk mengurangi getaran akibat permukaan jalan yang tidak rata, melindungi roda dari keausan dan kerusakan, dan dapat juga memberikan stabilitas antara kendaraan dan permukaan tanah sehingga mampu meningkatkan akselerasi

dan memfasilitasi pergerakan. Pada tahun 1839, Charles Goodyear telah berhasil menemukan teknik vulkanisasi dari karet. Vulkanisasi sendiri berasal dari kata *Vulkan* yang berarti dewa api dalam agama Romawi kuno. Pada awalnya Goodyear tidak menyebut penemuannya vulkanisasi tetapi karet tahan api. Untuk menghargai jasanya maka nama Goodyear diabadikan sebagai nama perusahaan karet ternama di wilayah Amerika Serikat yaitu Goodyear Tire and Rubber company yang pada tahun 1898 didirikan oleh Frank Seiberling.

Goodyear Tire & Rubber Company dimulai pada tahun 1898 saat Frank Seiberling membeli pabrik pertamanya dengan menggunakan uang yang dipinjam dari salah satu mertuanya. Tahun 1845, Thomson dan Dunlop menemukan ban atau pada masa itu disebut umur ban, yaitu ban dengan udara berlubang. Jadi Thomson dan Dunlop disebut Tuan Ban. Pada perkembangan teknologi selanjutnya maka Charles Kingston Welch berhasil menemukan ban dalam sedangkan William Erskine Bartlett berhasil menemukan karet luar

B. Komposisi ban

Komposisi dari ban terdiri dari:

1. *Ply Cord*, merupakan lapisan yang dibuat dari benang polyester. Fungsinya untuk menahan beban maupun kecepatan.
2. *Innerliner*, merupakan lapisan paling dalam yang mempunyai fungsi untuk pengganti ban dalam. Pada lapisan ini juga memiliki pori-pori yang sangat rapat sehingga udara tidak akan menembus keluar.
3. *Apex*, adalah karet keras yang berguna untuk menjaga stabilitas saat menikung sekaligus sebagai tumpuan beban.
4. *Rim Cushion*, merupakan lapisan karet khusus yang berfungsi melindungi *bead wire* di area pelek. Lapisan ini bersentuhan langsung dengan pelek.

5. *Bead Wire*, adalah kawat yang diberi lapisan karet dan mempunyai fungsi sebagai pemegang pelek.
6. *Belt layer*, terdapat dua lapisan yang terbuat dari *steel cord* yang berfungsi untuk menjaga stabilitas dan ketahanan pada kecepatan tinggi termasuk menjaga agar permukaan ban tetap rata saat belok pada tikungan.
7. *Sidewall compound*, merupakan bagian dinding ban yang terbuat dari *compound* khusus agar tahan terhadap benturan samping tetapi tetap empuk sehingga dapat juga sebagai suspensi. Sidewall ini sangat berpengaruh terhadap keempukan sebuah ban.
8. *Under tread compound*
Fungsinya sebagai perekat antara *tread compound* dan *capply*.
9. *Capply*
Terbuat dari bahan khusus yang berfungsi untuk melindungi *steel cord* dari panas saat ban berputar cepat.
10. *Tread Compound*
Lapisan paling luar yang menapak langsung ke jalan. Bahan ini dituntut memiliki tingkat keausan yang kecil, namun tetap empuk.

C. Proses Pembuatan Ban

Tahap dalam pembuatan ban adalah sebagai berikut:

1. *Mixing* (Pencampuran)

Tahap ini merupakan awal dari proses pembuatan ban. Dari macam-macam bahan seperti karet alam, karet sintetik, bahan kimia, karbon hitam dan beberapa minyak dicampur pada suhu sekitar 130 °Celsius. Campuran ini membentuk bungkusan adonan seperti kue yang sangat kental. Untuk mencampur adonan karet ini, kita membutuhkan mesin pengaduk yang sangat kuat seperti mixer beton milik pabrik EP Tire yang "hanya" mengkonsumsi listrik

1.500.000 Watt. Suhu udara di zona pencampuran cukup hangat, sekitar 38 ° Celsius. Hasil dari proses pencampuran adalah senyawa yang masih lunak berupa lembaran (*rubber sheet*).

2. *Extruding*

Dengan proses injeksi dan *extruding*, *Compound* dari hasil *mixing* (pencampuran) tadi dibuat menjadi *tread* dan *sidewall* hingga membentuk profil sesuai cetakan.

3. *Calender*

Proses selanjutnya setelah pencampuran adalah mengubah adonan tersebut menjadi lembaran tipis setebal 1,2 mm. Adonan ini khusus sehingga dihasilkanlah lapisan dalam yang mempunyai pori-pori rapat agar udara tidak bisa menembusnya. Selain inner liner, pada bagian *gril* ini juga dibuat lapisan lain seperti lapisan *belt* yaitu berupa senyawa yang dilapisi kawat baja dengan komposisi baja yang bervariasi sesuai dengan kekuatan ban yang diinginkan, kemudian ada juga merupakan mesin *calendering* untuk memproduksi *plycord*, yaitu membuat lembaran seperti anyaman benang *polyester* yang dilapisi dengan senyawa kemudian disilangkan untuk menambah kekuatan.

4. *Bead*

Selama proses *calendering* sedang berlangsung, pada bagian lain dilakukan produksi *bead wire*, yaitu dengan melapisi kawat baja tersebut dengan karet atau *compound*. Pada proses ini dilakukan secara otomatis. Setelah keluar dari mesin, manik ini berbentuk lingkaran sesuai dengan ukuran pelek

5. *Cutting* (Pemotongan)

Pada bagian ini, *gril* baja dan bahan *gril* serut dipotong menjadi bahan *gril*. Pelat dipotong dengan tepat sesuai dengan ukuran ban. Ruangan pada bagian ini dilengkapi dengan AC untuk menjaga kelembapan material.

6. *Building*

Dalam ruangan ber-AC juga, hasil bagian sebelumnya dikumpulkan di sini. Meski prosesnya otomatis menggunakan mesin, namun bantuan manusia tetap dibutuhkan. Tidak mungkin menjalankan proses pembuatan mesin sepenuhnya secara otomatis. Dari mobil ini, bannya masih utuh tapi masih kasar. Wujudnya menggebu seperti donat tanpa mengembang ke luar dan jika diperhatikan maka permukaannya seperti karet yang licin

7. *Curing*

Berbeda dengan proses *building*, temperatur yang digunakan mencapai 41° Celcius. Proses ini merupakan proses akhir dari proses pembuatan ban. Disini ban mentah dicetak pada suhu sekitar 178° Celcius selama sekitar 8-12 menit, tergantung dari ukuran bannya. Keluar dari pengerasnya, ban sudah terbentuk termasuk profil, nama merk, jenis, ukuran ban dan segala keterangan pada dinding ban.

8. *Finishing dan Quality Control*

Setelah selesai, ban diperiksa secara visual apakah ada cacat atau tidak. Proses ini tentunya tidak menggunakan mesin, sehingga dibutuhkan ketelitian pekerja. Selain gambar, pengecekan juga dilakukan dengan pengecekan keseimbangan dan menggunakan sinar X. Ban mungkin tidak 100% seimbang seperti pelek, tapi ada batasannya. Jika melebihi batas maka terjadi kesalahan dalam proses produksi tersebut.

III. METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan dan proses dari mulai persiapan bahan baku sampai beberapa test yang terkait dengan judul penelitian. Penelitian mengenai pengaruh adhesi resin terhadap performance *compound steel belt* dalam

pembuatan ban ini dilakukan seperti tahapan dibawah ini :

A. Formulasi pencampuran *compound*

Formulasi dalam pembuatan *compound* ini terdapat pada step 1 dan step 2 dari proses *mixing*. Step 3 merupakan pencampuran resin test (*new resin*) dan resin control dan juga pada step ke-4 dilakukan pencampuran resin test (*new resin*) dan resin control untuk *final mixing*.

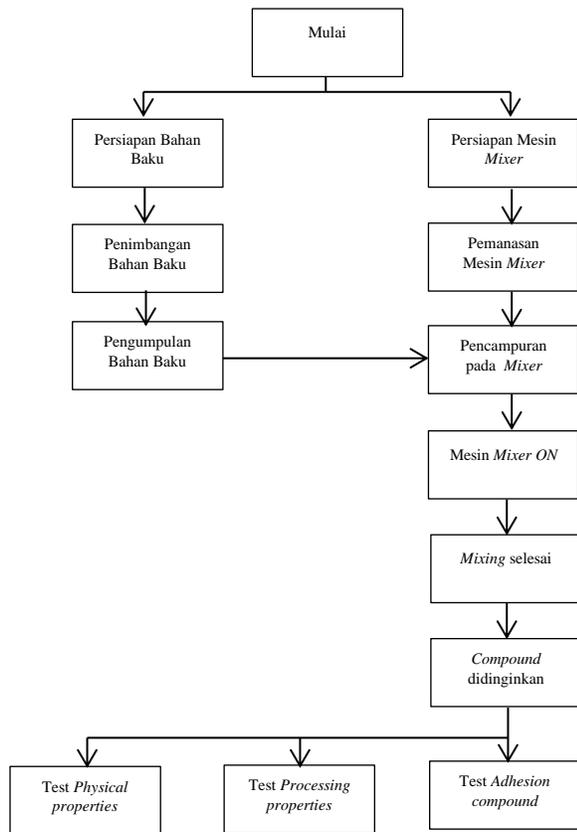
Tabel 3.1 : Formulasi *compound*

STEP 1		PHR		STEP 2		PHR		
INGREDIENTS	Test	Control	INGREDIENTS	Test	Control	INGREDIENTS	Test	Control
SIR-10	100,000	100,000	S1-DZ110	107,100	107,100			
LS-HAF N-326	5,000	5,000	LS-HAF N-326	41,500	41,500			
RENACIT-11	0,100	0,100	STEARIC ACID	0,500	0,500			
ZINC OXIDE	2,000	2,000	ZINC OXIDE	6,000	6,000			
Total	107,100	107,100	Total	155,100	155,100			
STEP 3		PHR		STEP 4		PHR		
INGREDIENTS	Test	Control	INGREDIENTS	Test	Control	INGREDIENTS	Test	Control
S2-DZ110	155,100	155,100	S3-DZ110	170,150	170,150			
LS-HAF N-326	10,000	10,000	PVI	0,200	0,200			
MANOBOND 680C	0,750	0,750	DCBS	0,750	0,750			
ALNOVOL PN760	2,000	-	RA 65	1,500	-			
SUMIKANOL 620	-	2,000	SUMIKANOL-507	-	1,500			
6PPD	2,300	2,300	CRYSTEX OT 20%	6,250	6,250			
Total	170,150	170,150	Total	178,850	178,850			

(Sumber : *Specification compound* untuk *steelbelt*)

B. Tahapan Penelitian

Tahapan dari pementitan ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 : Diagram tahapan penelitian

C. Tahapan evaluasi *compound*

Compound yang sudah selesai proses giling/*mixing* kemudian dipotong sesuai dengan kebutuhan testny. Adapun tahapan evaluasi test *compound* pada penelitian ini adalah :

1. *Physical properties*

Vulkanisasi sampel lembaran untuk uji tarik dilakukan pada mesin viskositas Montech pada suhu pemasakan 160 ° C / 15 menit waktu masak dan gaya 200 kN. Sifat mekanik sampel diuji menggunakan Ektron-tensile tester (TS 2000) menurut JIS 6301 dengan kecepatan uji 500 mm / menit dan load cell 1000 kgf. Untuk uji tarik, empat spesimen berbentuk halter (S1) dipotong dari

lembaran cetakan dengan ketebalan 2 mm. Data kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus tarik (M300) dievaluasi dari penentuan tegangan-regangan dan nilai rata-rata dari empat pengujian berulang untuk setiap vulkanisasi dicatat.

Vulkanisasi sampel lembaran untuk ketahanan sobek dilakukan pada mesin *curing* Montech pada 160 ° C / 15 menit waktu pemasakan dan gaya 200 kN. Sampel *tear resistance* diuji menggunakan Ektron-tensile tester (TS 2000) menurut JIS 6301 item 9 pada tes kecepatan 50 mm / menit. hasil tes rata-rata dari 3 pengukuran.

2. *Processing properties*

Pada pengukuran viskositas Mooney ML (1 + 4) *compound* diukur pada suhu 100°C pada mesin viskometer Mooney Ektron MVMST 2001 menurut JIS 6300. Untuk memprediksi waktu matangnya *compound*, dilakukan uji analisis waktu hangus (MST 125). pada 125°C di mesin yang sama.

Sifat curing *compound* diukur dengan menggunakan moving die rheometer (Montech: MDR 3000) pada temperatur 190°C; frekuensi 1,67 Hz, amplitudo ayunan 0,5°.

3. *Test Adhesion*

Standar ini digunakan untuk mengevaluasi “perekatan strip” untuk kain setelah proses pemasakan dengan kawat (*steel*). Metode ini diterapkan untuk mengukur nilai adhesi antara kawat dan senyawa karet (*compound*) setelah divulkanisasi, yang dinyatakan sebagai aspek peringkat dalam persentase cakupan karet (10 = 100%) dan kekuatan pengeleman adhesi dalam Kg / 25mm. Metodenya mengacu pada ASTM D4393-04 (Strip peel adhesion of reinforcing to rubber compound).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengetesan physical properties compound untuk compound test (resin baru) seperti terlampir pada tabel 4.1 dibawah ini,

Tabel 4.1 Tabel hasil *physical properties compound test*

Item	Unit	Spec	Test	Average							
			batch 1	batch 2	batch 3	batch 4	batch 5	batch 6	batch 7	batch 8	
Shab Test 160°C x 20 (UnAging)	Hardness (degree A)	70 - 76	75	74	74	75	74	75	75	75	75
	M100 (kg/cm ²)	37 - 48	46,39	43,65	43,5	43,14	42,98	41,7	42,92	42,63	43
	M300 (kg/cm ²)	-	166,63	157,62	160	160,39	157,35	156,36	160,4	159,21	160
	Eb. (%)	300 Min	404,41	456,17	445,65	469,96	435,52	453,56	452,15	424,5	443
	Ts. (kg/cm ²)	150 Min	230,53	246,53	247,43	263,1	239,32	254,01	252,67	237,18	246
	SpGr. (g/cc)	1,161 - 1,191	1,174	1,173	1,172	1,171	1,172	1,172	1,172	1,173	1,172

(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech dan mesin Tensile)

Hasil pengetesan physical properties compound untuk compound control (resin reguler atau control) seperti terlampir pada tabel dibawah ini,

Tabel 4.2 Tabel hasil *physical properties compound control*

Item	Unit	Spec	Control	Average							
			batch 1	batch 2	batch 3	batch 4	batch 5	batch 6	batch 7	batch 8	
Shab Test 160°C x 20 (UnAging)	Hardness (degree A)	70 - 76	70	71	71	70	70	70	70	71	70
	M100 (kg/cm ²)	37 - 48	44,53	42,07	41,83	40,38	41,06	39,75	40,02	42,28	41
	M300 (kg/cm ²)	-	180,2	171,82	172,07	166,23	162,71	171,05	165,06	171,34	170
	Eb. (%)	300 Min	390,55	375,62	359,54	389,33	398,29	419,89	426,55	456,23	402
	Ts. (kg/cm ²)	150 Min	238,51	221,63	209,87	223,95	223,62	246,71	247,16	269,37	235
	SpGr. (g/cc)	1,161 - 1,191	1,168	1,169	1,165	1,167	1,164	1,164	1,165	1,163	1,166

(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech dan mesin Tensile)

Hasil pengetesan processing properties compound untuk compound test (resin baru) hanya dilakukan pada satu mesin Mooney viscosity yaitu Moontech. Seperti terlampir pada tabel dibawah ini,

Tabel 4.3 Tabel hasil *processing properties compound test*

Item	Unit	Spec	Test	Average							
			batch 1	batch 2	batch 3	batch 4	batch 5	batch 6	batch 7	batch 8	
ML(1+4) 100 °C	(mooney)	-	67,93	69,93	69,04	68,62	68,97	68,67	68,58	68,65	69
ML(1+4) 125 °C	(mooney)	61,14-83,72	58,75	60,02	58,91	58,65	59,5	58,31	57,43	57,62	58,65
MST 125 °C	(minutes)	-	33,00	33,8	33,22	33,03	32,98	33,2	33,95	33,95	33,39
DRA 190 °C	T30 (second)	26 - 35	30	30	30	31	31	30	29	30	30
	T95 (second)	72 - 107	99	100	100	102	100	100	99	100	100
	ML (lb.in)	-	2,1	2,15	2,17	2,09	2,24	2,19	2,09	2,1	2,14
	MH (lb.in)	15,97 - 21,61	18,55	17,59	17,53	17,77	17,6	17,64	17,24	17,48	17,68

(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech)

Hasil pengetesan *processing properties compound* untuk *compound control* (resin

reguler) seperti terlampir pada tabel dibawah ini,

Tabel 4.4 Tabel hasil *processing properties compound control*

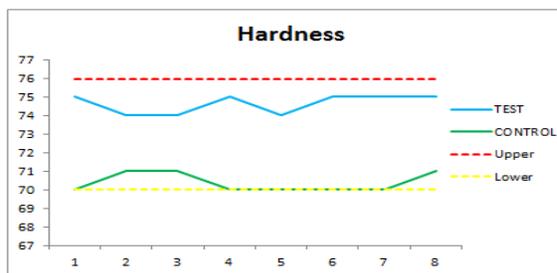
Item	Unit	Spec	Control	Average							
			batch 1	batch 2	batch 3	batch 4	batch 5	batch 6	batch 7	batch 8	
ML(1+4) 100 °C	(mooney)	-	74,05	75,56	81,71	86,03	85,92	84,46	85,12	78,44	81
ML(1+4) 125 °C	(mooney)	61,14-83,72	68,36	68,75	74,18	70,5	75,94	75,05	72,88	72,05	72,21
MST 125 °C	(minutes)	-	41,9	38,78	38,65	38,02	39,7	37,57	38,03	38,92	38,95
DRA 190 °C	T30 (second)	26 - 35	31	31	30	31	31	31	32	32	31
	T95 (second)	72 - 107	104	105	98	94	98	99	102	105	101
	ML (lb.in)	-	2,2	2,16	2,29	2,25	2,33	2,09	2,28	2,46	2,26
	MH (lb.in)	15,97 - 21,61	18,21	17,42	15,99	16,10	16,11	16,05	16,52	18,46	16,86

(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech)

B. Pembahasan

1. Physical properties compound

Pada tabel 4.1 dan 4.2 diatas, dapat terlihat bahwa semua hasil pengetesan *compound test* dan *compound reguler/control* masuk standar yang sudah ditetapkan. Terdapat perbedaan yang signifikan pada beberapa item test seperti nilai kekerasan compound (*hardness*) yang memiliki gap 5 point secara rata-rata, seperti terlihat pada gambar 4.1 dibawah ini,



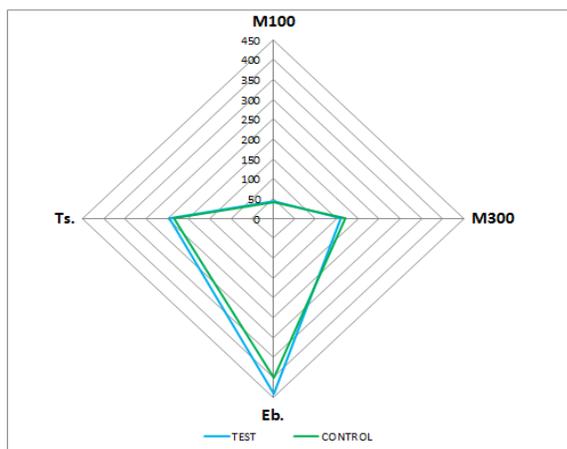
(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech)

Gambar 4.1 Perbandingan hasil *hardness compound*

Sifat fisik (*physical properties*) *compound test* dan *control* ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kekerasan senyawa yang lebih tinggi dari pada biasa tetapi masih memenuhi standar. Ini dapat disebabkan oleh penggunaan alnovol atau resin baru dalam *compound*. Hal ini terutama karena struktur resin baru dengan struktur fenolik yang memiliki efek penguat seperti resin baru (alnovol PN760) yang dikenal sebagai fenol resin formaldehyde. Dari hasil pengujian sifat-sifat senyawa kontrol dibandingkan dengan uji

memiliki modulus lebih tinggi 100. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan bahan kimia atau penggerak adhesi yang berbeda. Seperti yang sudah dijelaskan di atas.

Hasil uji Propertis yang lain seperti kekuatan tarik dan pemutusan perpanjangan (*Eongation Break*) memiliki sedikit lebih tinggi dibandingkan biasa, kecuali nilai *Modulus* 300 sedikit lebih tinggi dari uji gabungan. Detailnya ditunjukkan pada Gambar 4.2 dibawah ini,



(Sumber : Hasil uji test pada mesin Moontech)
Gambar 4.2 Perbandingan hasil *physical properties* compound

2. Processing Properties compound

Pada hasil uji untuk viskositas dari compound (baik pada 100 ° C & 125 ° C) dan MST (125 ° C) ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 , compound test lebih rendah pada nilai MV pada ML (1 + 4) 100 ° C dan 125 ° C dari compound control. Untuk hasil MST (Mooney Scorch Time) yaitu nilai dimana suatu karet akan matang pada waktu sekian menit, compound test lebih cepat dari compound kontrol, namun tetap aman untuk proses selanjutnya dengan nilai rata-rata 33 menit. Nilai ML (1 + 4) 125 ° C compound test, sedikit lebih rendah dari batas bawah spec, hal ini disebabkan oleh penaruh struktur dari resin baru yang dapat membuat material lebih lunak. Namun untuk tindakan selanjutnya jika aktual pada proses bagus dalam hal ini proses pembuatan steel

calendering untuk bahan pembuatan ban, nilai atau standar MV dapat direvisi sesuai dengan aktualnya. Secara keseluruhan dari segi sifat pengolahan semua compound baru masih dapat diterima atau tidak ditemukan kesulitan atau masalah selama proses pencampuran dan calendering.

Hasil uji proses yang lainnya yaitu rheometer (DRA) pada suhu 190 ° C digunakan untuk menyelidiki perilaku kinetika vulkanisasi senyawa pada 190 ° C. Data DRA 190 untuk compound test dan kontrol ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4, compound test memiliki Mooney Low (ML) yang lebih rendah dan Mooney High (MH) yang lebih tinggi. Hal ini dapat disebabkan sifat senyawa yang menggunakan resin fenolik termodifikasi yang memiliki Mooney lebih rendah dibandingkan dengan adhesi promotor atau resin reulernya. Compound test dan kontrol tidak memiliki perbedaan yang besar pada semua nilai karena spec atau formulasi yang berubah hanya pada perubahan resin adhesi dan tidak berpengaruh pada perilaku pemasakan. Untuk nilai waktu masak (Tc95) untuk semua compound telah melewati target Tc95, karena kondisi pemasakan jenis ban radial sekitar 10-15 menit pada suhu 160-190 ° C.

3. Adhesion compound

Berikut adalah hasil pengetesan adhesi *compound* tes dan kontrol, yang akan dijelaskan pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Tabel hasil *adhesion compound* tes dan kontrol

Item	Unit	Spec	Test 1	Test 2	Test 3	Rata-Rata	Control 1	Control 2	Control 3	Rata-Rata	
Adhesion	Initial	Kg	35	681,39	689,08	510,76	627,08	630,78	611,06	664,63	635,49
	Heat ageing 70°C x 5 Hari	Kg	-	488,62	456,92	502,83	482,79	469,43	539,00	488,91	499,11
	Salt Aging 5% room temp x 5 Hari	Kg	-	397,81	434,06	453,65	428,51	440,95	424,04	361,93	408,97
	Humidity Aging 80°C/90%RH x 5 Hari	Kg	-	523,7	695,28	515,56	578,18	535,39	680,74	640,50	618,88

(Sumber : Hasil lab uji adhesi)

Untuk pengukuran adhesi ditunjukkan pada tabel 4.5, baik untuk inisial maupun *unageing* hasil uji adhesi *compound test* sebanding dengan *compound* kontrol dan keduanya memiliki hasil adhesi yang baik. Artinya resin baru lebih berpengaruh terhadap kinerja adhesi. Tes item lainnya untuk adhesi *heat aging*, *salt aging*, dan *humidity aging* pada uji *compound* selama 5 hari sebanding dengan *compound* kontrol, artinya resin baru memiliki kinerja adhesi yang sama bagusnya dengan kontrol yang saat ini digunakan dalam produksi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengaruh resin adhesi baru terhadap performa *compound* adalah sebagai berikut:

1. Sifat fisik atau *physical properties compound test* secara keseluruhan sebanding dengan *compound* kontrol, hanya saja nilai kekerasan dan spgr sedikit lebih tinggi dari *compound* kontrol, hal ini dapat disebabkan oleh perubahan struktur resin adhesi yang baru namun masih dalam standar yang ditetapkan.
2. Sifat pemasakan reometri 190 (DRA 190), antara *compound test* dan kontrol sebanding. Hanya untuk *compound test* untuk MV 100 °C dan MV 125 °C lebih rendah dari kontrol, ini disebabkan oleh aplikasi resin adhesi baru yang naik dalam properti proses, terutama dalam nilai viskositas (MV).
3. Hasil uji nilai adhesi *compound test* sebanding dengan *compound* kontrol.
4. Secara keseluruhan, *compound test* yang menggunakan resin adhesi yang baru sebanding dengan *compound* regulernya atau kontrolnya.

DAFTAR PUSTAKA

Alfa, A.A, I. Sailah, dan Y. Syamsu. 2003. Pengaruh Perlakuan Lateks Karet Alam Dengan H₂O₂-NaOCl Terhadap Karakter

Lateks dan Kelarutan Karet Siklo Dari Lateks. Simposium Nasional Polimer IV. Jakarta.

Balit Sembawa. 2006. Sapta Bina Usahatani Karet Rakyat. Pusat Penelitian Karet.

Budi , Wibawa G, Ilang , Akiefnawati R, Joshi L, Penot E dan Janudianto. 2008. Panduan Pembangunan Kebun Wanatani Berbasis Karet Klonal (A manual for Rubber Agroforestry System – RAS). Bogor, Indonesia.

Candra, A. (2019). Pengendalian Persediaan Material Pada Produksi Hot Mix Dengan Pendekatan Metode Economic Order Quantity (Eoq). *Jitmi (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 1(2), 145-153.

Goutara, B. Djatmiko, dan W. Tjiptadi. 1985. Dasar Pengolahan Karet. Agroindustri Press, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Honggokusumo, S. 1978. Pengetahuan Lateks. Kursus Pengolahan Barang Jadi Karet. Balai Perkebunan Bogor. Bogor.

Kamarijani, 1983. Perencanaan Unit Pengolahan. Fakultas Teknologi Pertanian UGM : Yogyakarta.

Kummer, H. 1966. Unified Theory of Rubber and Tire Friction. Engineering Research Buletin B-94, The Pennsylvania State University. USA

Setyamidjaja, D., 1982. Karet Budidaya dan Pengolahan. CV. Yusa Guna : Jakarta.

Suryawan, D. 2002. Pedoman Praktek Pengolahan Lateks Pekat, Kursus Teknologi Barang Jadi Dari Lateks. Balai Penelitian Teknologi Karet : Bogor.

Stevens, M.P. 2001. Kimia Polimer. Pradnya Paramitra, Jakarta.

www.kemenperin.go.id, 2019. Diunduh pada tanggal 20 maret 2020.

Zulziar, M. (2018). ANALISA MATERIAL BAHAN PEMBUAT SENSOR $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{Mn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$ DENGAN PENAMBAHAN Ni MENGGUNAKAN FOUR POINT PROBE. *TEKNOLOGI: Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 1(1), 1-9.

Zulziar, M. (2020). PEMBENTUKAN PARTIKEL Fe_3O_4 BERBAHAN PASIR BESI PANTAI PUGER JAWA TIMUR DENGAN METODE MECHANICAL ALLOYING & ULTRASONIC MIXING. *TEKNOLOGI: Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 2(1), 59-65.